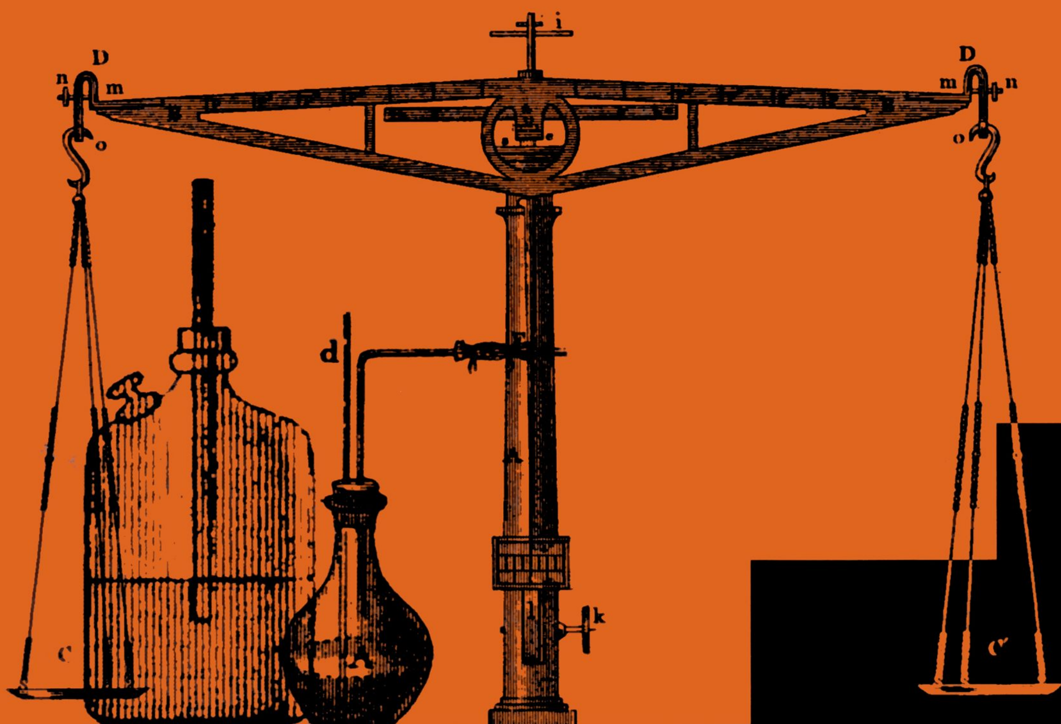
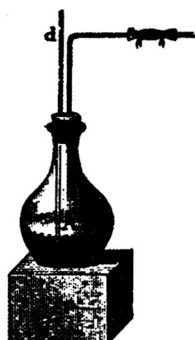
Ona Virkutienė Jūratė Virkutytė

CHEMIJOS UŽDAVINIŲ SPRENDIMAS



Ona Virkutienė Jūratė Virkutytė

CHEMIJOS UŽDAVINIŲ SPRENDIMAS





VILNIUS

ISBN 5-415-01476-4

CHEMIJOS UŽDAVINIŲ REIKŠMĖ MOKYKLINIAME KURSE

Chemijos uždavinių sprendimas labai svarbus suvokiant esminius chemijos mokslo dalykus. Juk pati chemija tapo savarankišku mokslu tik tada, kai buvo susidomėta cheminių reiškinių kiekybiniu aspektu.

Spręsdamas uždavinius mokinys lavina loginį mąstymą. Ir jo loginio mąstymo išlavinimas padės spręsti tuos gyvenimo uždavinius, kurių daugybę per savo amžių turi išspręsti kiekvienas žmogus.

Dabar daug dėmesio skiriama integruotam mokymui. Šioje chemijos uždavinių knygoje atsispindi chemijos ryšys su biologija, matematika bei fizika. Joje pateikiami įvairūs uždavinių sprendimo būdai – pagal medžiagų masių santykį, medžiagų masių palyginimą, medžiagos kiekius – molius, sudarant proporcijas, naudojant proporcingumo koeficientus, prilyginant vienetui, pagal algebrines formules, naudojant ekvivalentų dėsnį.

Uždaviniai padeda įvertinti mokinių žinias, patikrinti įgūdžius, įgytus mokantis chemijos.

Dėkojame recenzentams, chemijos mokslų dr. doc. Rimantui Vaitkui, Vilniaus „Spindulio" vidurinės mokyklos chemijos mokytojai metodininkei Irenai Andrulienei bei CheMA prezidentei Reginai Jasiūnienei už patarimus rengiant šią knygą. Ypač dėkojame Tiksliųjų, gamtos ir technikos mokslų licėjaus chemijos mokytojui metodininkui Viliui Mincevičiui už vertingus pasiūlymus ir pastabas.

Autorės

Turinys

Tinkamai išanalizuoti uždavinį ir jį išspręsti padeda trumpai užrašyti sąlygos duomenys, iš kurių matyti, kas duota, ką ir kokiais vienetais reikia rasti. Toks užrašymas leidžia sprendžiant uždavinį daug kartų sąlygos nebeskaityti. Užrašyti sąlygos duomenis mokiniai išmoksta fizikos pamokose ir tuo reikia pasinaudoti. Kiekį uždavinių, kurie sprendžiami sudarant proporcijas, reikėtų mažinti, nes šis būdas neracionalus. Spręsdami fizikos, matematikos bei chemijos uždavinius, mokiniai turi matyti bendrus dėsningumus ir ryšį tarp įvairių tipų uždavinių.

Reikia atkreipti mokinių dėmesį į tai, kad beveik kiekvieną chemijos uždavinį galima spręsti keletu būdų. Todėl mokytojas ir pats turėtų mokėti uždavinius spręsti keliais būdais. Kad uždaviniui išspręsti būtų sugaištama mažiau laiko, pasitelkiami kalkuliatoriai. Juos naudojant, išsprendžiama 2–3 kartus daugiau uždavinių.

Mokytis matematikos mokiniai pradeda 7 metais anksčiau nei chemijos, todėl spėja įgyti daug matematinių įgūdžių. Tuos įgūdžius ir reikėtų pasitelkti sprendžiant chemijos uždavinius.

Bendri reikalavimai, pagal kuriuos reikėtų spręsti chemijos uždavinius, būtų tokie:

- atidžiai perskaityk sąlygą ir užrašyk, kas duota ir ką reikia rasti;
- susidaryk sprendimo planą;
- kad būtų lengviau spręsti sudėtingesnius uždavinius, susiskirstyk sąlygą į keletą paprastesnių uždavinių;
- kiekvieno elemento ar medžiagos pavadinimą pažymėk simboliu ar formule;
- nustatyk, kaip susiję tarpusavyje dydžiai, pateikti sąlygoje;
- pabandyk uždavinį spręsti „iš galo“;
- prisimink, ar nesprendėt panašaus uždavinio anksčiau, susirask sprendimą sąsiuvinyje ar vadovėlyje;
- peržiūrėk sprendimą. Pagalvok, gal gali išspręsti uždavinį kur kas paprasčiau.

Matematikoje uždaviniams spręsti naudojami du metodai: sintezės bei analitinis. Taikant analitinį metodą, galvoti pradedama nuo uždavinio klausimo, mokiniai padaro mažiau loginių klaidų. Analitiniu metodu sprendžiami sudėtingi uždaviniai, o sintetiniu – paprastesni. Olimpiadų uždaviniams paprastai taikytini abu metodai.

Sprendžiant chemijos uždavinius lengviau perprantami chemijos mokslo pagrindai. Uždavinių sprendimas padeda įgyvendinti didaktinius mokymo principus:

- skatinti mokinių aktyvumą ir savarankiškumą;
- įtvirtinti žinias bei įgūdžius;
- rasti ryšį tarp mokslo bei realaus gyvenimo.

Sprendžiant chemijos uždavinius, patikslinamos ir įtvirtinamos chemijos sąvokos, supratimas apie medžiagas ir reiškinius, tobulėja mąstymas, panaudojamos turimos žinios, jos kartojamos ir gilinamos.

Chemijos uždavinius galima spręsti žodžiu, raštu arba atliekant eksperimentus. Bendrojo lavinimo mokyklos programoje yra daug bei įvairių uždavinių. Mokytojui reikėtų turėti savą uždavinių sprendimo sistemą. Uždavinių kiekis turi būti pakankamas, kad susidarytų tvirti sprendimo įgūdžiai, bet taip pat ne per didelis, kad nenusibostų. To paties tipo uždaviniai turi būti įvairūs. Jeigu juose skirsis tik skaičiai, sprendimas taps mechaniškas. Mokytojas turi sugalvoti tokią uždavinių sprendimo sistemą, kad įvairių tipų uždaviniai kartotųsi įtvirtinant naują medžiagą, kartojant seną, savarankiškame darbe, namų darbuose, kontroliniuose darbuose bei apibendrinimo pamokose. Reikėtų duoti ir tokių uždavinių, kuriuose būtų kas nors itin įdomaus, susijusio su praktiniu taikymu bei kitais mokslais.

Bet kurį uždavinį galima išspręsti keletu būdų. Pavyzdžiui, apskaičiuokime, kokia cinko masė yra 243 g cinko oksido.

S p r e n d i m a i

Pagal medžiagų masių santykį

Remiantis medžiagų sudėties pastovumo dėsniu (grynų medžiagų sudėtis yra tokia pat nepriklausomai nuo to, kaip medžiaga buvo gauta).

Duota: $m(ZnO) = 243$ g; $M(ZnO) = 81$ g/mol; $M(Zn) = 65$ g/mol.
Rasti: $m(Zn)$.

1 mol ZnO turi 1 mol Zn.

$$m = n \cdot M$$

$$m(ZnO) = 1 \text{ mol} \cdot 81 \text{ g/mol} = 81 \text{ g}$$
$$m(Zn) = 1 \text{ mol} \cdot 65 \text{ g/mol} = 65 \text{ g}$$
$$m(ZnO) : m(Zn) = 81 : 65 = 1{,}246 : 1$$

Zn jo okside bus 1,246 karto mažiau:

$$\frac{243 \text{ g}}{1{,}246} = 195 \text{ g}$$

Pagal medžiagų masių palyginimą

Lyginamos medžiagų masės, duotos sąlygoje, su tos pačios medžiagos mase, rasta skaičiuojant pagal formulę ar lygtį:

$$m(ZnO) = 81 \text{ g}$$
$$m(Zn) = 65 \text{ g}$$

243 g > 81 g tris kartus, tai ir Zn masė, esanti okside, bus didesnė tris kartus: $m(Zn) = 65 \text{ g} \cdot 3 = 195$ g

Pagal medžiagos kiekius – molius

$$n = \frac{m}{M} \qquad n(\text{ZnO}) = \frac{243\ \text{g}}{81\ \text{g/mol}} = 3\ \text{mol}$$

3 mol ZnO turi 3 mol Zn.

$m(\text{Zn}) = n \cdot M = 3\ \text{mol} \cdot 65\ \text{g/mol} = 195\ \text{g}$

Sudarant proporcijas

81 g ZnO turi 65 g Zn
243g — x g
x = 195 g

Naudojant proporcingumo koeficientus

Santykis bet kokių proporcingai lygių kintamųjų x ir y yra lygus vienam ir tam pačiam skaičiui – proporcingumo koeficientui:

$$K = \frac{x}{y}$$

Skaičiuojant pagal medžiagos cheminę formulę, proporcingumo koeficientas randamas kaip medžiagos masės santykis, duotas sąlygoje, su santykine molekuline mase:

$$K = \frac{m}{M}$$

Tada elemento masė medžiagoj bus lygi proporcingumo koeficiento išvestinei, padaugintai iš elemento santykinės atominės masės ir elemento skaičiaus formulėje:

$$m(el) = K \cdot n \cdot A_r$$

Jeigu spręsim atvirkštinį uždavinį, t. y. pagal elemento masę reikės rasti medžiagos masę, tai:

$$K = \frac{m}{n \cdot A_r}$$

$$m(x) = K \cdot M_r$$

Pagal reakcijos lygtį proporcingumo koeficientas randamas kaip medžiagos masės, duotos sąlygoje, santykis su medžiagos molių kiekiu pagal reakcijos lygtį, padaugintu iš tos medžiagos molinės masės:

$$K = \frac{m}{n \cdot M}$$

$$m(x) = K \cdot n(x) \cdot M_x$$

$$K = \frac{243 \text{ g/mol}}{81 \text{ g/mol}} = 3$$

$$m(\text{Zn}) = \text{K} \cdot 1 \cdot 65$$

$$m(\text{Zn}) = 3 \cdot 1 \cdot 65 = 195 \text{ g}$$

Prilyginant vienetui

Pagal formulę:
81 g ZnO turi 65 g Zn, tai 1 g ZnO turės 65/81g Zn,
o 243 g ZnO cinko bus 65/81 · 243 = 195 g.

Išvedant algebrinę formulę ir skaičiuojant pagal ją

Šis būdas labai ekonomiškas laiko atžvilgiu ir ypač tinka sudėtingesniems uždaviniams spręsti, kai reikia daugiau dėmesio skirti cheminiam, o ne matematiniam uždavinio aspektui. Junginio formulė leidžia apskaičiuoti elemento masės dalį medžiagoje (t. y. procentinį kiekį). Ji parodo, kokią dalį santykinės molekulinės medžiagos masės sudaro santykinė atominė elemento masė, padauginta iš to elemento indekso duotoje formulėje:

$$\omega\,(element.) = \frac{n \cdot A_r(element.)}{M_r(medž.)}$$

$$m(element.) = m(medž.) \cdot \omega(element.)$$

$$m(element.) = \frac{m(medž.) \cdot n \cdot A_r(element.)}{M_r}$$

Kai uždaviniuose duota elemento masė junginyje, o reikia rasti junginio masę, naudosim tokias formules:

$$m(medž.) = \frac{m(element.)}{\omega(element.)} \qquad \omega\,(element.) = \frac{n \cdot A_r(element.)}{M_r}$$

$$m(medž.) = \frac{m(element.) \cdot M_r}{n \cdot A_r(element.)}$$

$$m(element.) = \frac{m \cdot n \cdot A_r}{M_r}$$

$$m(\text{Zn}) = \frac{243 \cdot 1 \cdot 65}{81} = 195 \text{ g}$$

Naudojant ekvivalentų dėsnį

Pagal ekvivalentų dėsnį:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{E_1}{E_2}$$

m_1 ir m_2 – tai vieninių arba sudėtinių medžiagų masės

E_1 ir E_2 – tų medžiagų ekvivalentinės masės

Sprendžiant šiuo būdu reikia apskaičiuoti ne molines, o ekvivalentines mases.

$$\frac{m(\text{Zn})}{m(\text{ZnO})} = \frac{E(\text{Zn})}{E(\text{ZnO})}$$

$$E(\text{Zn}) = \frac{65}{2} = 32{,}5$$

$$E(\text{ZnO}) = \frac{81}{2} = 40{,}5$$

$$m(\text{Zn}) = \frac{m(\text{ZnO}) \cdot E(\text{Zn})}{E(\text{ZnO})} \qquad m(\text{Zn}) = \frac{243 \cdot 32{,}5}{40{,}5} = 195 \text{ g}$$

Kiekybiškai tirpalai yra apibūdinami ištirpusios medžiagos (tirpinio) masės dalimi tirpale ir tirpalo koncentracija.

TIRPINIO MASĖS DALIS

Tirpalų sudėtis dažniausiai reiškiama procentais.

Tirpalo procentinė sudėtis rodo, kiek ištirpusios medžiagos arba tirpinio masės dalių yra 100 masės dalių tirpalo. Pavyzdžiui, 15% tirpalas rodo, kad 15 g medžiagos (tirpinio) yra 100 g tirpalo, arba 100 g tirpalo susideda iš 15 g medžiagos (tirpinio) ir 85 g vandens.

Skaičiavimams naudojamos formulės:

$$\omega\%\ (tirpin.) = \frac{m(tirpin.) \cdot 100\%}{m(tirpal.)}$$

Tirpinio masės dalį galima reikšti ir vieneto dalimis:

$$\omega\ (tirpin.) = \frac{m(tirpin.)}{m(tirpal.)}$$

Tirpinį galima vadinti ir medžiaga, todėl:

$$\omega = \frac{m(med\check{z}.) \cdot 100\%}{m(med\check{z}.) + m(H_2O)}$$

$$\omega = \frac{m(med\check{z}.)}{V \cdot \rho} \qquad m(tirpal.) = m(med\check{z}.) + m(H_2O) = V \cdot \rho$$

I. Ištirpusios medžiagos masės dalies bei molių apskaičiavimas

Uždavinys

Raskite acto rūgšties CH_3COOH masės dalį procentais ir molių skaičių jos tirpale, gautame 15 g acto rūgšties ištirpinus 45 g vandens.

Sprendimas

Duota: $m(H_2O)$ = 45 g; *m*(acto r.) = 15 g; *M*(acto r.) = 60 g/mol.

Rasti: ω (acto rūgšties); *n*(acto rūgšties).

$$\omega = \frac{m(medž.)}{m(medž.) + m(H_2O)}$$

$$n = \frac{m}{M};\ n = \frac{15\ g}{60\ g/mol} = 0{,}25\ mol$$

$$\omega\ (acto\ r.) = \frac{15}{45+15} = 0{,}25,\ arba\ 25\%$$

Patikrinimas

$m(acto\ r.) = \omega \cdot m(acto\ r.) + m(H_2O)$
m(acto r.) = 0,25 · (45 + 15) = 15 g

Atsakymas: acto rūgšties masės dalis tirpale yra 25%, t. y. 0,25 mol.

Savikontrolės uždaviniai

1. Verdant muilą naudojamas natrio hidroksido tirpalas NaOH: 10 l vandens ištirpinama 6 kg natrio hidroksido. Apskaičiuokite natrio hidroksido masės dalį procentais bei molių skaičių tirpale. (Ats.: 37,5%; 150 mol.)

2. Kokia hemoglobino masės dalis procentais yra kraujyje, jei 100 ml kraujo yra 14 g hemoglobino, o kraujo $\rho = 1{,}05\ g/cm^3$? (Ats.: 13,33%.)

3. Agurkams rauginti daromas valgomosios druskos tirpalas: 1 l vandens ištirpinama 60 g NaCl. Kokia yra valgomosios druskos masės dalis bei molių skaičius tirpale? (Ats.: 5,66%; 1 mol.)

4. Ruošiant žiemai kompotus, gaminamas sirupas: 1 l vandens ištirpinama 200 g cukraus. Kokia cukraus masės dalis procentais tirpale? (Ats.: 16,66%.)

II. Ištirpusios medžiagos ir vandens masės dalies apskaičiavimas, žinant medžiagos masės dalį tirpale

Uždaviniai

1. Konservuojant žiemai agurkus, naudojamas acto rūgšties (CH_3COOH) tirpalas, kuriame acto rūgšties masės dalis yra 9%. Apskaičiuokite acto rūgšties masę bei molių skaičių 400 g jos tirpalo.

Sprendimas

Duota: ω (acto r.) = 9%, arba 0,09; *m* (tirpal.) = 400 g; *M*(acto r.) = 60 g/mol.
Rasti: *m*(acto r.).

$$\omega(medž.) = \frac{m(medž.)}{m(tirpal.)}$$

$$m(medž.) = \omega \cdot m(tirpal.)$$

$$m(\text{acto r.}) = 400\ \text{g} \cdot 0{,}09 = 36\ \text{g}$$
$$m(H_2O) = 400\ \text{g} - 36\ \text{g} = 364\ \text{g}$$

$$n = \frac{m}{M} \quad n = \frac{36\ \text{g}}{60\ \text{g/mol}} = 0{,}6\ \text{mol}$$

P a t i k r i n i m a s

$$\omega(\text{acto r.}) = \frac{36\ \text{g}}{400\ \text{g}} = 0{,}09, \text{ arba } 9\%$$

Atsakymas: grynos acto rūgšties tirpale yra 36 g, arba 0,6 mol.

2. Apskaičiuokite kalio hidroksido KOH masę ir molių skaičių 600 ml tirpalo, kurio tankis ρ = 1,082 g/cm^3, o kalio hidroksido masės dalis tirpale yra 10%.

S p r e n d i m a s

Duota: ω (KOH) = 10%, arba 0,1; V(tirpal.) = 600 ml;
ρ = 1,082 g/cm^3; M(KOH) = 56 g/mol.
Rasti: m(KOH); n(KOH).

$$\omega = \frac{m(medž.)}{V \cdot \rho} \quad m(medž.) = V \cdot \rho \cdot \omega$$

$$m(\text{KOH}) = 600\ \text{ml} \cdot 1{,}082\ \text{g/cm}^3 \cdot 0{,}1 = 64{,}92\ \text{g}$$

$$n = \frac{64{,}92\ \text{g}}{56\ \text{g/mol}} = 1{,}16\ \text{mol}$$

P a t i k r i n i m a s

$$m(\text{KOH}) = \frac{64{,}92\ \text{g}}{600\ \text{ml} \cdot 1{,}082\ \text{g/mol}} = 0{,}1, \text{ arba } 10\%$$

Atsakymas: kalio hidroksido tirpale yra 64,92 g, arba 1,16 mol.

3. Apskaičiuokite vandens masę ir skaičių molių, kurių reikia, kad ištirpinę 45 g cukraus gautume 10% tirpalą.

Sprendimas

Duota: m(cukraus) = 45 g; ω = 0,1, arba 10%; $M(H_2O)$ = 18 g/mol.
Rasti: $m_l(H_2O)$; $n(H_2O)$.

$$\omega = \frac{m(med\check{z}.)}{m(tirpal.)},\ arba\ \omega = \frac{m(med\check{z}.)}{m(med\check{z}.) + m(H_2O)}$$

$$m(tirpal.) = \frac{m(med\check{z}.)}{\omega}$$

$$m(tirpal.) = \frac{45\ g}{0{,}1} = 450\ g$$

$$m(tirpal.) = m(med\check{z}.) + m(H_2O)$$
$$m(H_2O) = m(tirpal.) - m(med\check{z}.)$$

$m(H_2O)$ = 450 g – 45 g = 405 g (ρ (H_2O) = 1 g/cm^3),
todėl 405 ml H_2O.

$$n = \frac{405\ g}{18\ g/mol} = 22{,}5\ mol$$

Atsakymas: norint pagaminti 10% cukraus tirpalą, turint 45 g cukraus, reikės 405 g, arba 405 ml, vandens; 22,5 mol vandens.

4. Nuo atrofinės slogos padeda 2% geriamosios sodos tirpalo inhaliacijos. Kiek gramų sodos ir mililitrų vandens reikės imti norint pasigaminti tokio tirpalo?

Sprendimas

Geriamosios sodos 2% tirpale yra 2 m. d. sodos ir 98 m. d. vandens.

Atsakymas: reikės imti 2 g sodos ir 98 g, arba 98 ml, vandens.

5. Mikroorganizmai nesidaugina 5% valgomosios druskos tirpale. Kaip pagaminti 0,5 kg tokio tirpalo grybams rauginti?

Sprendimas

Duota: ω = 5%; m(tirpal.) = 0,5 kg = 500 g.
Rasti: m(NaCl); $m(H_2O)$.

5 m. d. medžiagos —— 100 m. d. tirpalo
x —— 500 m. d. tirpalo

$$x = \frac{5 \cdot 500}{100} = 25 \text{ m. d., arba } 25 \text{ g NaCl}$$

$$m(H_2O) = 500 \text{ g} - 25 \text{ g} = 475 \text{ g}$$

Atsakymas: norint pagaminti 0,5 kg 5% NaCl tirpalo, reikės 25 g NaCl ir 475 g, arba 475 ml, H_2O.

6. Per parą žmogaus skrandyje išsiskiria 800 ml skrandžio sulčių (ρ = 1,065 g/cm^3). Raskite natrio chlorido masę bei molių skaičių, reikalingą 0,5% druskos rūgščiai susidaryti.

S p r e n d i m a s

Duota: V(skrandžio r.) = 800 ml; ρ = 1,065 g/cm^3; ω (HCl) = 0,5%;
M(NaCl) = 58,5 g/mol; M(HCl) = 36,5 g/mol.
Rasti: m(NaCl); n(NaCl).

$$m = n \cdot M$$

$$m(\text{NaCl}) = 1 \text{ mol} \cdot 58{,}5 \text{ g/mol} = 58{,}5 \text{ g};$$
$$m(\text{HCl}) = 1 \text{ mol} \cdot 36{,}5 \text{ g/mol} = 36{,}5 \text{ g}$$

$$m(tirpal.) = V \cdot \rho$$

$$m(\text{skr. r.}) = 800 \text{ ml} \cdot 1{,}065 \text{ g/cm}^3 = 852 \text{ g}$$

$$m(\text{HCl}) = \frac{852 \text{ g} \cdot 0{,}5}{100} = 4{,}26 \text{ g}$$

$$m(\text{NaCl}) = \frac{58{,}5 \text{ g/mol} \cdot 4{,}26 \text{ g}}{36{,}5 \text{ g/mol}} = 6{,}83 \text{ g}$$

$$n(\text{NaCl}) = \frac{6{,}83 \text{ g}}{58{,}5 \text{ g/mol}} = 0{,}12 \text{ mol}$$

Atsakymas: kad susidarytų 0,5% druskos rūgštis, reikės 6,83 g, arba 0,12 mol, NaCl.

S a v i k o n t r o l ė s   u ž d a v i n i a i

1. Rūdžių dėmes išima 5% druskos rūgšties tirpalas. Kiek gramų chloro vandenilio yra 100 g tokios rūgšties? (Ats.: 5 g.)

2. Kokia masė chloro vandenilio yra ištirpusi 1 l koncentruotos druskos rūgšties (ρ = 1194 kg/m^3), jei chloro vandenilio masės dalis rūgštyje yra 0,38? (Ats.: 454 g.)

3. Automobilistas turi 2 kg 379 g bevandenės sieros rūgšties. Kokį tūrį 30% tirpalo, kurio $\rho = 1{,}22$ g/cm^3, jis galės pasigaminti? (Ats.: 6,5 l.)

4. Žaizdoms dezinfekuoti vaistininkui reikia paruošti 500 g 5% jodo spiritinio tirpalo. Kiek gramų jodo ir spirito reikės imti? (Ats.: 25 g jodo ir 475 g spirito.)

5. Natrio chlorido tirpalas, turintis 74% H_2O, yra prisotintas. Kiek gramų natrio chlorido yra 2 kg šio tirpalo? (Ats.: 520 g.)

Masės dalies radimas, kai tirpalas praskiedžiamas vandeniu

$$\omega = \frac{m(medž.) \cdot 100\%}{m(tirpal.) + m(H_2O)}$$

Pripylus vandens, t. y. praskiedus tirpalą, padidėja tik tirpalo masė, o medžiagos masė nesikeičia. Praskiedus tirpalą vandeniu, sumažėja tirpalo koncentracija.

Uždaviniai

1. Į 120 g 28% natrio chlorido tirpalo įpilta 216 ml vandens. Kokia bus medžiagos masės dalis procentais praskiestame tirpale?

Sprendimas

Duota: m(tirpal.) = 120 g; ω (tirpal.) = 28%, arba 0,28;
$m(H_2O)$ = 216 g = 216 ml; $M(H_2O)$ = 18 g/mol.

Rasti: ω_1(tirpal.).

$$\omega\ (tirpal.) = \frac{m(medž.) \cdot 100\%}{m(tirpal.)}$$

$$m(\text{medž.}) = \frac{28\% \cdot 120\ \text{g}}{100\%} = 33{,}6\ \text{g}$$

$$\omega_1(\text{tirpal.}) = \frac{(33{,}6\ \text{g} \cdot 100\%)}{(120\ \text{g} + 216\ \text{g})} = 10\%$$

Atsakymas: praskiestame tirpale masės dalis 10%, t. y. mažesnė nei prieš įpilant vandens.

2. Į 200 g druskos tirpalo, kuriame yra 65% vandens, įpilta dar 50 g vandens. Kokia bus medžiagos masės dalis procentais praskiestame tirpale?

Sprendimas

Duota: m(tirpal.) = 200 g; ω (H_2O) = 65%; $m(H_2O)$ = 50 g, arba 50 ml.

Rasti: ω (tirpal.).

Jeigu vandens 65%, tai medžiagos bus:
100% – 65% = 35%

$$m(medž.) = \frac{m(tirpal.) \cdot \omega}{100\%} = \frac{35\% \cdot 200 \text{ g}}{100\%} = 70 \text{ g}$$

$$\omega = \frac{m(medž.) \cdot 100\%}{m(tirpal.) + m(H_2O)} = \frac{70 \text{ g} \cdot 100\%}{(200 \text{ g} + 50 \text{ g})} = 28\%$$

Atsakymas: praskiesto tirpalo medžiagos masės dalis bus 28%.

Savikontrolės uždaviniai

1. Turime 400 g 20% sieros rūgšties tirpalo. Tirpalą praskiedėme iki 1000 g. Kokia rūgšties masės dalis procentais susidarė praskiestame tirpale? (Ats.: 8%.)

2. Į 250 g tirpalo, kurio masės dalis 0,1, pripylėme 150 ml vandens. Kokia druskos masės dalis procentais gautame tirpale? (Ats.: 6,25%.)

3. Į 1 l 24% druskos rūgšties tirpalo ($\rho = 1{,}12$ g/cm^3) įpylėme 5 l vandens. Kokia rūgšties masės dalis procentais gautame tirpale? (Ats.: 4%.)

4. Į 160 g natrio šarmo tirpalo, kuriame yra 98% medžiagos, įpylėme dar 40 g vandens. Kokia šarmo masės dalis procentais praskiestame tirpale? (Ats.: 78,4%.)

Masės dalies radimas, kai į tirpalą papildomai pridedama medžiagos

$$\omega = \frac{(m(medž.) + m_1(medž.)) \cdot 100\%}{m(tirpal.) + m_1(medž.)}$$

Pridėjus papildomą kiekį medžiagos, padidėja tirpalo masė ir pradinės medžiagos masė. Taip pat padidėja ir tirpalo medžiagos masės dalis procentais.

Uždaviniai

1. Į 40 g 20% natrio chlorido tirpalo įberta dar 5 g natrio chlorido. Kokia pasidarys tirpalo medžiagos masės dalis procentais?

Sprendimas

Duota: m(tirpal.) = 40 g; ω (tirpal.) = 20%; m_1(medž.) = 5 g.
Rasti: ω_1(tirpal.).

$$m(medž.) = \frac{m(tirpal.) \cdot \omega}{100\%}$$

$$m(\text{medž.}) = \frac{40 \text{ g} \cdot 20\%}{100\%} = 8 \text{ g}$$

m(medž.) = 8 g + 5 g = 13 g
m(tirpal.) = 40 g + 5 g = 45 g

$$\omega_l(\text{tirpal.}) = \frac{13\text{ g} \cdot 100\%}{45\text{ g}} = 28{,}88\%$$

Atsakymas: pridėjus papildomą kiekį medžiagos, tirpalo koncentracija pasidarė 28,88%.

2. 100 g druskos su priemaišomis buvo ištirpinta 240 g vandens. Gautas 25% tirpalas. Raskite priemaišų masę.

S p r e n d i m a s

Duota: *m*(medž.) = (100 – x) g; ω(tirpal.) = 25%; $m(H_2O)$ = 240 g.
Rasti: *m*(priem.).

Kai atimsime x g priemaišų iš 100 g druskos su priemaišomis (techninės druskos), turėsime gryną medžiagą.

$$\omega(tirpal.) = \frac{m(med\check{z}.) \cdot 100\%}{m(med\check{z}.) + m(H_2O)}$$

$$25 = \frac{(100 - x) \cdot 100}{(100 - x) + 240}$$

$$\begin{aligned} 10\,000 - 100x &= 25 \cdot (340 - x) \\ 10\,000 - 100x &= 8500 - 25x \\ 1500 &= 75x \\ x &= 20\text{ g} \end{aligned}$$

Atsakymas: 100 g techninės druskos yra 20 g priemaišų.

S a v i k o n t r o l ė s   u ž d a v i n i a i

1. Į 400 g 20% H_2SO_4 tirpalo pridėjome dar 100 g grynos H_2SO_4. Kokia naujo tirpalo medžiagos masės dalis procentais? (Ats.: 36%.)

2. Į 250 g 10% tirpalo pridėjome 25 g druskos. Kokia naujo tirpalo medžiagos masės dalis procentais? (Ats.: 18,18%.)

Masės dalies radimas, kai tirpalas garinamas

Garinant tirpalą išgaruos tik vanduo, todėl pasikeis tirpalo masė ir padidės tirpalo koncentracija.

$$\omega = \frac{m(med\check{z}.) \cdot 100\%}{m(tirpal.) - m(H_2O)}$$

U ž d a v i n y s

Pakaitinus 12 kg 12% kalio hidroksido tirpalo, išgaravo 2,4 kg vandens. Kokia gauto tirpalo medžiagos masės dalis procentais?

S p r e n d i m a s

Duota: m(tirpal.) = 12 kg = 12 000 g; ω_1(tirpal.) = 12%;
$m(H_2O)$ = 2,4 kg = 2400 g.
Rasti: ω_2(tirpal.).

$$\omega = \frac{m(med\check{z}.) \cdot 100\%}{m(tirpal.) - m(H_2O)}$$

$$m(\text{medž.}) = \frac{12\,000\text{ g} \cdot 12\%}{100\%} = 1440\text{ g}$$

$$\omega = \frac{1440\text{ g} \cdot 100\%}{12\,000\text{ g} - 2400\text{ g}} = 15\%$$

Atsakymas: iš tirpalo išgarinus vandenį, tirpalo koncentracija yra 15%.

S a v i k o n t r o l ė s   u ž d a v i n i a i

1. Iš 160 g 98% tirpalo išgaravo 60 g H_2O. Raskite tirpalo medžiagos masės dalį procentais. (Ats.: 156,8%.)

2. Iš 180 g 32% tirpalo išgaravo 80 g H_2O. Raskite tirpalo medžiagos masės dalį procentais. (Ats.: 57,6%.)

Norėdami paruošti tam tikros koncentracijos tirpalą sumaišydami du tirpalus arba tirpalą praskiesdami vandeniu naudojame **maišymosi taisyklę („Pirsono voką“ arba „kryžiaus taisyklę“).** Vertikaliai užrašome ištirpusios medžiagos (tirpinio) masės dalių dydžius pradiniuose tirpaluose, dešinėj tarp jų – mišinio masės dalį. Skaičiuojame įstrižai ir gauname I-o ir II-o tirpalų masės dalis, reikalingas paruošti naujam tirpalui:

$$\begin{array}{lcl|l} \omega_1 \searrow & & \nearrow (\omega_3 - \omega_2) \rightarrow & m_1 \\ & \omega_3 & & \\ \omega_2 \swarrow & & \searrow (\omega_1 - \omega_3) \rightarrow & m_2 \end{array}$$

U ž d a v i n i a i

1. Sumaišyta 100 g 0,2 m. d. tirpalo su 50 g 0,32 m. d. tirpalo. Raskite naujai gauto tirpalo masės dalį.

Pagal maišymosi taisyklę („Pirsono voką“)

S p r e n d i m a s

Duota: m_1(tirpal.) = 100 g; ω_1 = 0,2; m_2(tirpal.) = 50 g; ω_2= 0,32.
Rasti: ω_3.

$$\begin{array}{lcl|l} 0{,}2 \searrow & & \nearrow \omega_3 - 0{,}32; & 100\text{ g} \\ & \omega_3 & & \\ 0{,}3 \swarrow & & \searrow 0{,}2 - \omega_3; & 50\text{ g} \end{array}$$

$$\frac{\omega_3 - 0{,}32}{0{,}2 - \omega_3} = \frac{100}{50}$$

ω_3= 0,24, arba 24%

Pagal maišymosi taisyklę ištirpusios medžiagos masė mišinyje lygi sumai medžiagų, ištirpusių pradiniuose tirpaluose:

$$m_1(tirpal.) \cdot \omega_1 + m_2(tirpal.) \cdot \omega_2 = \omega_3 \cdot (m_1(tirpal.) + m_2(tirpal.))$$

Skaičiuojame toliau:

$$m_1(tirpal.) \cdot \omega_1 + m_2(tirpal.) \cdot \omega_2 = \omega_3 \cdot m_1(tirpal.) + \omega_3 \cdot m_2(tirpal.)$$
$$m_1(tirpal.) \cdot (\omega_1 - \omega_3) = m_2(tirpal.) \cdot (\omega_3 - \omega_2)$$
$$\frac{m_1(tirpal.)}{m_2(tirpal.)} = \frac{\omega_3 - \omega_2}{\omega_1 - \omega_3}$$

Įrašome reikšmes:

$$\frac{100\text{ g}}{50\text{ g}} = \frac{\omega_3 - 0{,}32}{0{,}2 - \omega_3}$$
$$\omega_3 = 0{,}24$$

Pagal algebrinę formulę

$$m_1(tirpal.) \cdot \omega_1 + m_2(tirpal.) \cdot \omega_2 = \omega_3 \cdot (m_1(tirpal.) + m_2(tirpal.))$$
$$\omega_3 = \frac{m_1(tirpal.) \cdot \omega_1 + m_2(tirpal.) \cdot \omega_2}{m_1(tirpal.) + m_2(tirpal.)}$$

$$\omega_3 = \frac{100\text{ g} \cdot 0{,}2 + 50\text{ g} \cdot 0{,}32}{100\text{ g} + 50\text{ g}} = 0{,}24$$

Nuosekliai skaičiuojant

m_1(medž.) = 100 g · 0,2 = 20 g
m_2(medž.) = 50 g · 0,32 = 16 g
m_3(medž.) = 20 g + 16 g = 36 g
m_3(tirpal.) = 100 g + 50 g = 150 g

$$\omega_3 = \frac{m_3(medž.)}{m_3(tirpal.)} = \frac{36\text{ g}}{150\text{ g}} = 0{,}24$$

Atsakymas: naujai gauto tirpalo masės dalis yra 0,24, arba 24%.

2. Yra du druskos tirpalai, 16% ir 8%. Kokiais kiekybiniais santykiais reikia juos sumaišyti, kad gautume 14% druskos tirpalą?

S p r e n d i m a s

Duota: ω_1 = 16%; ω_2 = 8%; ω_3 = 14%.
Rasti: santykį.

```
16 ↘         ↗ 14 – 8 = 6   | 3
       14
8  ↗         ↘ 16 – 14 = 2  | 1
```

Atsakymas: 16% tirpalo reikės imti 3 dalis, o 8% tirpalo – 1 dalį.

3. Kiek vandens reikės įpilti į 300 g 30% tirpalo, norint gauti 5% tirpalą (švaraus vandens ω = 0%)? Kiek praskiesto tirpalo susidarys?

S p r e n d i m a s

Duota: $\omega_1 = 30\%$; $\omega_2 = 0\%$ (vandens); $\omega_3 = 5\%$; m_1(tirpal.) = 300 g.
Rasti: $m(H_2O)$; m_2(tirpal.).

Pagal algebrinę formulę

$$m(medž.) = \frac{m(tirpal.) \cdot \omega}{100\%}$$

$$m(\text{medž.}) = \frac{30\% \cdot 300\text{ g}}{100\%} = 90\text{ g}$$

$$5\% = \frac{90\text{ g} \cdot 100\%}{(300\text{ g} + m(H_2O))}$$

$9000 = 1500 + 5 \cdot m(H_2O)$
$5m(H_2O) = 7500$
$m(H_2O) = 1500$ g
$m_2(\text{tirpal.}) = 1500\text{ g} + 300\text{ g} = 1800\text{ g}$

Pagal „Pirsono voką“

30% ↘		↗ 5 m. d.	300 g
	5%		
0% ↗		↘ 25 m. d.	x g(H_2O)

$$\frac{5}{25} = \frac{300}{x}$$

x = 1500 g

$m(\text{tirpal.}) = 1500\text{ g} + 300\text{ g} = 1800\text{ g}$

Atsakymas: reikės įpilti 1500 g vandens ir susidarys 1800 g 5% tirpalo.

4. Sumaišyta 100 g 20% ir 50 g 32% tirpalo. Kokia gauto tirpalo medžiagos masės dalis procentais?

20% ↘		↗ x – 32	100 g
	x%		
32% ↙		↘ 20 – x	50 g

$$\frac{x - 32}{20 - x} = \frac{100}{50}$$

x = 24%

Atsakymas: gauto tirpalo koncentracija yra 24%.

5. Kiek 30% tirpalo reikia sumaišyti su 5% tirpalu, norint gauti 1 kg 10% tirpalo?

30% ↘		↗ 5 m. d.	(1000 – x) g
	10%		
5% ↙		↘ 20 m. d.	x g

$$\frac{5}{20} = \frac{1000 - x}{x}$$

x = 800 g (5% tirpalo)

1000 g – 800 g = 200 g (30% tirpalo)

Atsakymas: 30% tirpalo reikia sumaišyti 200 g.

6. Kiek mililitrų 85% sieros rūgšties (ρ = 1,779 g/cm³) reikia paimti, norint paruošti 12 l 10% sieros rūgšties tirpalo (ρ = 1,066 g/cm³)?

85% ↘		↗ 10 m. d.	x g
	10%		
0% ↙		↘ 75 m. d.	(1279,2 – x) g

$$m(\text{medž.}) = \frac{\omega \cdot \rho \cdot V}{100} = \frac{10 \cdot 1{,}066 \cdot 12\,000}{100} = 1279{,}2 \text{ g}$$

$$\frac{10}{75} = \frac{x}{1279{,}2 - x}$$

x = 156 g (85%)

$$m(tirpal.) = V \cdot \rho$$

$$m(tirpal.) = \frac{m(medž.) \cdot 100\%}{\omega}$$

$$m(\text{tirpal.}) = \frac{156\ \text{g} \cdot 100\%}{85\%} = 1360\ \text{g}$$

$$V = \frac{m(tirpal.)}{\rho}$$

$$V = \frac{1360}{1{,}779} = 764{,}5\ \text{ml}$$

Atsakymas: reikės 764,5 ml sieros rūgšties.

Savikontrolės uždaviniai

1. Kokį kiekį 0,3% ir 0,05% tirpalų reikės imti, norint paruošti 500 g 10% tirpalo? (Ats.: 100 g 0,3% ir 400 g 0,05%.)

2. Kiek gramų 25% amoniako tirpalo ir kokį kiekį vandens reikės paimti, norint paruošti 1 kg 10% tirpalo? (Ats.: 400 g 25% amoniako tirpalo ir 600 ml vandens.)

3. Kiek vandens reikia įpilti į 50 g 30% azoto rūgšties tirpalo, norint gauti 10% tirpalą? (Ats.: 100 g.)

4. 400 g 95% sieros rūgšties reikia atskiesti tokiu vandens kiekiu, kad gautume 19% rūgštį. Kiek reikės vandens ir kiek gausime atskiestos rūgšties? (Ats.: 1600 g vandens; 2000 g tirpalo.)

MOLINĖ KONCENTRACIJA

Tirpalo molinė koncentracija yra dydis, nurodantis, kiek molių tirpinio yra 1 litre tirpalo.

$$c = \frac{n(tirpin., mol)}{V(tirpal., dm^3)}$$

Molinės koncentracijos išreiškiamos mol/l arba užrašomos trumpiau, t. y., pvz., 0,1 M.

Mokslinėse ir gamyklų laboratorijose ištirpusios medžiagos santykis su tirpalu dažnai išreiškiamas moline koncentracija. Kadangi cheminėse reakcijose vieni su kitais sąveikauja atomai, molekulės arba atomų grupės, tai vienodi įvairių medžiagų tūriai turės įvairų molių kiekį. Kad reaguojant medžiagoms neliktų kurios nors medžiagos pertekliaus, dėl patogumo įvestas terminas **molinė koncentracija.**

Jeigu vienodų tūrių tirpalai turi tokias pat molines koncentracijas, tai juose yra vienodas molių skaičius. Pvz.: jei c(HCl) = 0,1 mol/l ir c(KOH) = 0,1 mol/l, tai molių kiekis 1 l šių tirpalų yra toks pats ir reaguojant tokiems tirpalams įvyks visiška neutralizacija, t. y. nei vienos, nei kitos medžiagos pertekliaus nebus.

a) Medžiagos masės ir molių radimas

Norint paruošti tirpalą, reikia žinoti, kokią masę medžiagos reikės ištirpinti.

Uždaviniai

1. Paruoškite 250 ml $ZnCl_2$ tirpalo, kurio molinė koncentracija būtų 0,1 mol/l.

Sprendimas

Duota: V = 250 ml; c = 0,1 mol/l; $M(ZnCl_2)$ = 136 g/mol.
Rasti: $m(ZnCl_2)$.

$c(ZnCl_2) = 0,1$ mol/l, vadinasi, 1 l tirpalo yra 0,1 mol $ZnCl_2$.

Pagal molių palyginimą

1 l = 1000 ml $\frac{1000 \text{ ml}}{250 \text{ ml}} = 4$, tai ir $ZnCl_2$ reikės ne 0,1 mol, bet 4 kartus mažiau:

$$n(ZnCl_2) = \frac{0,1 \text{ mol}}{4} = 0,025 \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{M} \quad m = n \cdot M$$

$$m = 0,025 \text{ mol} \cdot 136 \text{ g/mol} = 3,4 \text{ g}$$

Pagal algebrinę formulę

$$c = \frac{n}{V} \quad n = \frac{m}{M} \quad n = c \cdot V$$

$$n = 0,1 \text{ mol/l} \cdot 0,25 \text{ l} = 0,025 \text{ mol}$$

$$m = 0,025 \text{ mol} \cdot 136 \text{ g/mol} = 3,4 \text{ g}$$

arba:

$$c = \frac{m}{M \cdot V} \quad m = c \cdot M \cdot V$$

Taigi reikia pasverti 3,4 g $ZnCl_2$ ir supilti į 250 ml matavimo kolbą arba cilindrą. Kolbą iki pusės pripilame distiliuoto vandens ir ištirpiname medžiagą. Tada supilame likusį kiekį vandens. Norėdami tiksliau atlikti darbą, naudojame pipetę.

Atsakymas: norint paruošti 250 ml $ZnCl_2$ tirpalo, reikės 3,4 g $ZnCl_2$.

2. Raskite medžiagos molinę masę, jeigu 12 l tirpalo, kurio koncentracija yra 3 mol/l, ištirpinta 1440 g medžiagos.

Sprendimas

Duota: V(tirpal.) = 12 l; c(tirpal.) = 3 mol/l; m(medž.) = 1440 g.
Rasti: M.

$$n = c \cdot V$$

$$n = 12 \text{ l} \cdot 3 \text{ mol/l} = 36 \text{ mol}$$

$$M = \frac{m}{n} \qquad M = \frac{1440 \text{ g}}{36 \text{ mol}} = 40 \text{ g/mol}$$

Atsakymas: medžiagos molinė masė yra 40 g/mol.

3. Kokia liks NaCl masė, išgarinus 0,5 l tirpalo, kurio koncentracija 0,2 mol/l?

S p r e n d i m a s

Duota: $V = 0,5$ l; $c = 0,2$ mo/l; M(NaCl) = 58,5 g/mol.
Rasti: m(NaCl).

$$c = \frac{n}{V} \quad n = \frac{m}{M} \quad n = c \cdot V \quad m = n \cdot M$$

$$n = 0,2 \text{ mol/l} \cdot 0,5 \text{ l} = 0,1 \text{ mol}; \quad m = 0,1 \text{ mol} \cdot 58,5 \text{ g/mol} = 5,85 \text{ g}$$

Atsakymas: išgarinus 0,5 l tirpalo, liks 5,85 g NaCl.

S a v i k o n t r o l ė s   u ž d a v i n i a i

1. Kokia yra $NaNO_3$ masė 600 ml tirpalo, kurio $c = 0,5$ mol/l? (Ats.: 25,5 g.)
2. Kiek reikia gramų KCl, norint paruošti 300 ml tirpalo, kurio koncentracija būtų 0,15 mol/l? (Ats.: 3,35 g.)

b) Molinės koncentracijos radimas

U ž d a v i n i a i

1. Vandenyje ištirpinus 11,2 g KOH, tirpalo tūris – 200 ml. Raskite gauto tirpalo molinę koncentraciją.

S p r e n d i m a s

Duota: m(KOH) = 11,2 g; $V = 200$ ml = 0,2 l; M(KOH) = 56 g/mol.
Rasti: c.

Pagal algebrinę formulę

$$c = \frac{n}{V} \quad n = \frac{m}{M}$$

$$n = \frac{11,2 \text{ g}}{56 \text{ g/mol}} = 0,2 \text{ mol} \qquad c = \frac{0,2 \text{ mol}}{0,2 \text{ l}} = 1 \text{ mol/l}$$

Pagal algebrinę formulę

$$c = \frac{m}{M \cdot V} \qquad c = \frac{11,2 \text{ g}}{56 \text{ g/mol} \cdot 0,2 \text{ mol}} = 1 \text{ mol/l}$$

Atsakymas: tirpalo molinė koncentracija yra 1 mol/l.

2. Raskite tirpalo molinę koncentraciją, jeigu 42,6 g Na_2SO_4 ištirpinta 300 g vandens, o gauto tirpalo tankis ρ = 1,12 g/cm^3.

S p r e n d i m a s

Duota: $m(Na_2SO_4)$ = 42,6 g; $m(H_2O)$ = 300 g; ρ = 1,12 g/cm^3;
$M(Na_2SO_4)$ = 142 g/mol.
Rasti: c.

$m(tirpal.)$ = 42,6 g + 300 g = 342,6 g

$$V = \frac{m}{\rho}$$

$$V = \frac{342{,}6\ \text{g}}{1{,}12\ \text{g/cm}^3} = 306\ \text{ml} = 0{,}306\ \text{l}$$

$$n = \frac{m}{M} \qquad n(Na_2SO_4) = \frac{42{,}6\ \text{g}}{142\ \text{g/mol}} = 0{,}3\ \text{mol}$$

$$c = \frac{n}{V} \qquad c = \frac{0{,}3\ \text{mol}}{0{,}306\ \text{l}} = 0{,}98\ \text{mol/l}$$

Atsakymas: tirpalo molinė koncentracija yra 0,98 mol/ l.

3. 0,5 mol H_2S dujų yra ištirpusios 3 l tirpalo. Kokia rūgšties molinė koncentracija?

S p r e n d i m a s

Duota: n = 0,5 mol; V = 3 l.
Rasti: c.

$$c = \frac{n}{V} \qquad c = \frac{0{,}5\ \text{mol}}{3\ \text{l}} = 0{,}16\ \text{mol/l}$$

Atsakymas: rūgšties molinė koncentracija yra 0,16 mol/l.

4. Kokia bus valgomosios druskos tirpalo molinė koncentracija, jei 0,5 l tirpalo, kurio c = 0,5 mol/l, praskiesime iki 1 l?

S p r e n d i m a s

Duota: V_1 = 0,5 l; c_1 = 0,5 mol/l; V_2 = 1 l.
Rasti: c_2.

$$c = \frac{n}{V}$$

$$n = 0{,}5\ \text{l} \cdot 0{,}5\ \text{mol/l} = 0{,}25\ \text{mol}$$

$$c = \frac{0{,}25\ \text{mol}}{1\ \text{l}} = 0{,}25\ \text{mol/l}$$

Atsakymas: valgomosios druskos molinė koncentracija yra 0,25 mol/l.

S a v i k o n t r o l ė s   u ž d a v i n i a i

1. 128 g vandens ištirpinta 40 ml metilo spirito ($\rho = 0{,}8$ g/cm^3). Raskite tirpalo molinę koncentraciją, jei jo $\rho = 0{,}97$ g/cm^3 (Ats.: 6,1 M.)

2. Į 0,5 l tirpalo įleista 10 mol CO_2 dujų. Kokia bus tirpalo molinė koncentracija? (Ats.: 20 mol/l.)

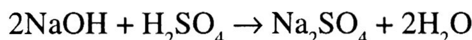
c) Tirpalo tūrio radimas

U ž d a v i n i a i

1. Kokį tūrį 3 mol/l koncentracijos NaOH tirpalo galima neutralizuoti 300 ml sieros rūgšties tirpalo, kurio koncentracija yra 0,3 mol/l?

S p r e n d i m a s

Duota: c(NaOH) = 3 mol/l; $V(H_2SO_4)$ = 300 ml; M(NaOH) = 40 g/mol; $M(H_2SO_4)$ = 98 g/mol; $c(H_2SO_4)$ = 0,3 mol/l.
Rasti: $V(H_2SO_4)$.



$$2NaOH + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

$$c = \frac{n}{V} \qquad n = c \cdot V$$

$$n(H_2SO_4) = 0{,}3\ \text{mol/l} \cdot 0{,}3\ \text{l} = 0{,}09\ \text{mol}$$

Pagal lygtį 1 mol H_2SO_4 neutralizuoja 2 mol NaOH, todėl:
$n = 0{,}09\ \text{mol} \cdot 2 = 0{,}18\ \text{mol}$

$$V = \frac{n}{c} \qquad V = \frac{0{,}18\ \text{mol}}{3\ \text{mol/l}} = 0{,}06\ \text{l} = 60\ \text{ml}$$

Atsakymas: reikės 60 ml NaOH.

2. Kokį tūrį Na_2CO_3 tirpalo, turinčio 0,15 m. d. ir $\rho = 1{,}16$ g/cm^3, reikia paimti, norint paruošti 120 ml Na_2CO_3 tirpalo, kurio c = 0,45 mol/l?

S p r e n d i m a s

Duota: $\omega = 0{,}15$ m. d.; $\rho = 1{,}16$ g/cm^3; $V(Na_2CO_3) = 120$ ml;
$M(Na_2CO_3) = 106$ g/mol; $c = 0{,}45$ mol/l.
Rasti: $V(Na_2CO_3)$.

0,45 mol Na_2CO_3 —— 1 l
x mol —— 0,12 l

x = 0,054 mol

$m(Na_2CO_3) = 0{,}054 \text{ mol} \cdot 106 \text{ g/mol} = 5{,}724 \text{ g}$

$$15\% = \frac{5{,}274 \text{ g} \cdot 100\%}{m_t} \qquad m_t = \frac{5{,}724 \text{ g} \cdot 100\%}{15\%} = 38{,}16 \text{ g}$$

$m_t = V \cdot \rho$

$$V = \frac{m_t}{\rho} = \frac{38{,}16 \text{ g}}{1{,}16 \text{ g/mol}} = 32{,}9 \text{ ml}$$

Atsakymas: reikia 32,9 ml Na_2CO_3.

S a v i k o n t r o l ė s   u ž d a v i n i a i

1. Kokio 5 M KOH tūrio reikės, norint paruošti 0,6 M 250 ml KOH tirpalo? (Ats.: 30 ml.).

2. Kokio tūrio 3 M KCl tirpalo reikės, norint paruošti 200 ml 8% ($\rho = 1{,}05$ g/cm^3) tirpalo? (Ats.: 75,2 ml.)

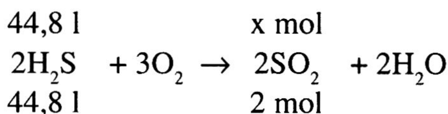
3. Kokį tūrį 3 M NaCl tirpalo, kurio $\rho = 1{,}12$ g/cm^3, reikia supilti į 200 g vandens, kad gautume 10% NaCl tirpalą? (Ats.: 315 ml.)

ĮVAIRŪS TIRPALŲ UŽDAVINIAI

1. SO_2 gautas, sudeginus 44,8 l H_2S, praleistas per 0,5 l 25% NaOH tirpalo ($\rho = 1{,}28$ g/cm^3). Kokia druska ir kiek jos susidarė? Kokia jos masės dalis tirpale procentais?

S p r e n d i m a s

Duota: $V(H_2S) = 44{,}8$ l; $V(NaOH) = 0{,}5$ l; ω (NaOH) = 25%;
$M(NaOH) = 40$ g/mol; $\rho(NaOH) = 1{,}28$ g/cm^3.
Rasti: m(druskos); kokia druska susidarė; ω (druskos).



$$\begin{array}{llll} 44{,}8\ l & & x\ mol & \\ 2H_2S & +3O_2 \rightarrow & 2SO_2 & +2H_2O \\ 44{,}8\ l & & 2\ mol & \end{array}$$

$m = n \cdot M(SO_2)$

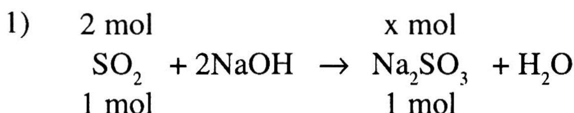
$n(SO_2) = 2$ mol; $m = 2$ mol $\cdot$ 64 g/mol = 128 g SO_2

$m_t = V \cdot \rho = 500$ ml $\cdot$ 1,28 g/cm^3 = 640 g NaOH

$$m_m = \frac{640\ g \cdot 25\%}{100\%} = 160\ g\ NaOH$$

$$n = \frac{160\ g}{40\ g/mol} = 4\ mol$$

$SO_2 : NaOH = 2 : 4 = 1 : 2$



1)
$$\begin{array}{llll} 2\ mol & & x\ mol & \\ SO_2 & +2NaOH \rightarrow & Na_2SO_3 & +H_2O \\ 1\ mol & & 1\ mol & \end{array}$$

Jeigu pagal lygtį yra vienodi molių kiekiai, tai Na_2SO_3 bus 2 mol.



2) $SO_2 + NaOH \rightarrow NaHSO_3$

Sprendžiame pagal pirmąją lygtį, nes abi duotos medžiagos visiškai sureagavo, todėl:

$(Na_2SO_3) = 2$ mol $\cdot$ 126 g/mol = 252 g

$$\omega = \frac{252\ g \cdot 100\%}{(640\ g + 128\ g)} = 33\%$$

Atsakymas: po reakcijos susidarė 252 g Na_2SO_3 druskos ir jos masės dalis tirpale yra 33%.

2. Į 230 cm^3 34% H_2SO_4 tirpalo (ρ = 1,253 g/cm^3) pripilta 145 ml 30% KOH tirpalo (ρ = 1,286 g/cm^3). Kokia druska ir kiek jos susidarė? Kokia tirpalo medžiagos masės dalis procentais ir jos molinė koncentracija?

Sprendimas

Duota: $V(H_2SO_4)$ = 230 cm^3; ω (H_2SO_4) = 34%; $\rho(H_2SO_4)$ = 1,253 g/cm^3; $M(H_2SO_4)$ = 98 g/mol; V(KOH) = 145 ml; ω (KOH) = 30%; ρ(KOH) = 1,286 g/cm^3; M(KOH) = 56 g/mol.

Rasti: m(druskos); kokia druska; ω(druskos).

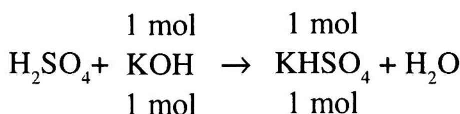
$m_t(H_2SO_4) = V \cdot \rho = 230\ \text{cm}^3 \cdot 1{,}253\ \text{g/cm}^3 = 288{,}19\ \text{g}\ H_2SO_4$

$$m_m = \frac{288{,}19\ \text{g} \cdot 34\%}{100\%} = 98\ \text{g}\ H_2SO_4$$

$m_t(\text{KOH}) = 145\ \text{ml} \cdot 1{,}286\ \text{g/cm}^3 = 186{,}47\ \text{g KOH}$

$$m_m = \frac{186{,}47\ \text{g} \cdot 30\%}{100\%} = 56\ \text{g KOH}$$

$$n(H_2SO_4) = \frac{98\ \text{g}}{98\ \text{g/mol}} = 1\ \text{mol} \qquad n(\text{KOH}) = \frac{56\ \text{g}}{56\ \text{g/mol}} = 1\ \text{mol}$$



$M(KHSO_4) = 136\ \text{g/mol}$

$m(KHSO_4) = 1\ \text{mol} \cdot 136\ \text{g/mol} = 136\ \text{g}$

$$c(\textit{ištirp. medž.}) = \frac{n(mol)}{V(l)}$$

$V = 230\ \text{ml} + 145\ \text{ml} = 375\ \text{ml}$

375 ml tirpalo turi 136 g $KHSO_4$

1000 ml — x g

x = 362,5 g

$$n = \frac{362{,}5\ \text{g}}{136\ \text{g/mol}} = 2{,}7\ \text{mol}$$

$c = 2{,}7$ mol

Bendra tirpalo masė $m_t = 288{,}19\ \text{g} + 186{,}47\ \text{g} = 474{,}66\ \text{g}$

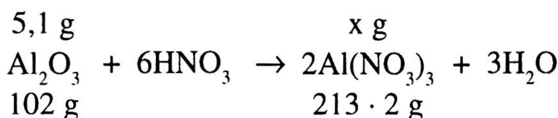
$$\omega = \frac{136\ \text{g} \cdot 100\%}{474{,}66\ \text{g}} = 28{,}6\%$$

Atsakymas: susidarė 136 g $KHSO_4$ druskos ir jos masės dalis tirpale yra 28,6%, jos molinė koncentracija yra 2,7 mol/l.

3. Kiek $Al(NO_3)_3$ gausime, 5,1 g Al_2O_3 sureagavus su 100 ml HNO_3 tirpalo, kurio molinė koncentracija tirpale yra 3 mol/l?

S p r e n d i m a s

Duota: $m(Al_2O_3) = 5{,}1$ g; $M(Al(NO_3)_3) = 213$ g/mol; $V(HNO_3) = 100$ ml;
$c = 3$ mol/l; $M(Al_2O_3) = 102$ g/mol.
Rasti: $m(Al(NO_3)_3)$.



$n = c \cdot V$

$n(HNO_3) = 3 \text{ mol/l} \cdot 0{,}1 \text{ l} = 0{,}3 \text{ mol}$

$n = \frac{m}{M}$ $\qquad n(Al_2O_3) = \frac{5{,}1 \text{ g}}{102 \text{ g/mol}} = 0{,}05 \text{ mol}$

Pagal lygtį turime:
1 mol Al_2O_3 : 6 mol HNO_3.
Pagal sąlygą:
0,05 : 0,3 = 1 : 6, todėl darome išvadą, kad medžiagos sureaguoja visiškai.

Pagal lygtį iš 1 mol Al_2O_3 susidarė 2 mol $(Al(NO_3)_3$.
$n(Al(NO_3)_3) = 0{,}05 \text{ mol} \cdot 2 = 0{,}1 \text{ mol}$.

$m = n \cdot M$

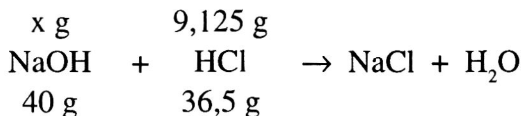
$m(Al(NO_3)_3) = 0{,}1 \text{ mol} \cdot 213 \text{ g/mol} = 21{,}3 \text{ g}$

Atsakymas: gausime 21,3 g $Al(NO_3)_3$.

4. Raskite, kokį tūrį 2 mol/l NaOH tirpalo galima neutralizuoti 500 ml HCl tirpalo, kurio c = 0,5 mol/l.

S p r e n d i m a s

Duota: $c(NaOH) = 2$ mol/l; $M(NaOH) = 40$ g/mol; $V(HCl) = 500$ ml;
$c(HCl) = 0{,}5$ mol/l; $M(HCl) = 36{,}5$ g/mol.
Rasti: $V(NaOH)$.



0,5 mol — 1 l
x mol — 0,5 l
x = 0,25 mol

$m = 0{,}25 \text{ mol} \cdot 36{,}5 \text{ g/ mol} = 9{,}125 \text{ g}$

$$\frac{x}{40} = \frac{9{,}125}{36{,}5} \qquad x = 10 \text{ g}$$

$$n = \frac{m}{M} \qquad\qquad n = \frac{10 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = 0{,}25 \text{ mol}$$

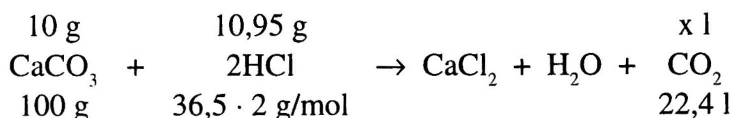
2 mol — 1 l
0,25 mol — x l
x = 0,125 l = 125 ml

Atsakymas: 500 ml HCl tirpalo galima neutralizuoti 125 ml NaOH.

5. Koks dujų tūris išsiskirs, 10 g $CaCO_3$ veikiant 50 ml HCl, kai c = 6 mol/l?

S p r e n d i m a s

Duota: $m(CaCO_3) = 10$ g; $M(CaCO_3) = 100$ g/mol; $V(HCl) = 50$ ml;
$c = 6$ mol/l.
Rasti: V(dujų).



$$\overset{10 \text{ g}}{\underset{100 \text{ g}}{CaCO_3}} + \overset{10{,}95 \text{ g}}{\underset{36{,}5 \cdot 2 \text{ g/mol}}{2HCl}} \rightarrow CaCl_2 + H_2O + \overset{x \text{ l}}{\underset{22{,}4 \text{ l}}{CO_2}}$$

6 mol (HCl) —— 1 l
x mol —— 0,05 l
x = 0,3 mol HCl

$m = 0{,}3 \text{ mol} \cdot 36{,}5 \text{ g/mol} = 10{,}95 \text{ g}$

$$n(CaCO_3) = \frac{10 \text{ g}}{100 \text{ g/mol}} = 0{,}1 \text{ mol}$$

$n(HCl) = \dfrac{10{,}95 \text{ g}}{36{,}5 \text{ g/mol}} = 0{,}3$ mol HCl (t. y. pertekliaus), todėl skaičiuojame pagal $CaCO_3$, nes jis sureaguoja visas:

$$\frac{10}{100} = \frac{x}{22{,}4} \qquad x = 2{,}24 \text{ l}$$

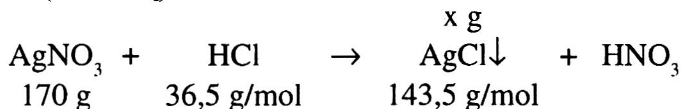
Atsakymas: išsiskirs 2,24 l dujų.

6. 0,84 ml HCl, kurio ω = 36%, ρ = 1,19 g/cm³, reaguoja su 20 ml $AgNO_3$ tirpalo, kurio c = 0,25 mol/l. Kiek susidarys nuosėdų?

S p r e n d i m a s

Duota: V(HCl) = 0,84 ml; M(HCl) = 36,5 g/mol; ω (HCl) = 36%;
ρ(HCl) = 1,19 g/cm³; $V(AgNO_3)$ = 20 ml; $c(AgNO_3)$ = 0,25 mol/l;
$M(AgNO_3)$ = 170 g/mol.

Rasti: m(nuosėdų).



$$\underset{170\ g}{AgNO_3} + \underset{36{,}5\ g/mol}{HCl} \rightarrow \underset{143{,}5\ g/mol}{\overset{x\ g}{AgCl\downarrow}} + HNO_3$$

$$m_t = V \cdot \rho = 0{,}84\ ml \cdot 1{,}19\ g/cm^3 = 0{,}99\ g\ HCl$$

$$m_m = \frac{0{,}99\ g \cdot 36\%}{100\%} = 0{,}356\ g\ HCl$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{0{,}356\ g}{36{,}5\ g/mol} = 0{,}009\ mol\ HCl\ (pertekliaus)$$

0,25 mol —— 1 l
x mol —— 0,02 l
x = 0,005 mol

$$m(AgNO_3) = 0{,}005\ mol \cdot 170\ g/mol = 0{,}85\ g$$

$$\frac{0{,}85\ g}{170\ g/mol} = \frac{x\ g}{143{,}5\ g/mol}$$

x = 0,717 g (AgCl nuosėdų)

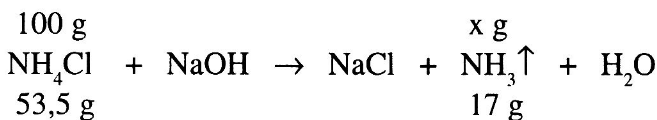
Atsakymas: susidarė 0,717 g nuosėdų.

7. 100 g bevandenio amonio chlorido šildant reaguoja su natrio šarmo tirpalu su pertekliumi. Susidariusios dujos (n. s.) ištirpintos 1 l vandens. Kokia gauto tirpalo medžiagos masės dalis procentais bei tirpalo molinė koncentracija?

S p r e n d i m a s

Duota: $m(NH_4Cl)$ =100 g; $M(NH_4Cl)$ = 53,5 g/mol; $V(H_2O)$ = 1 l;
$M(NH_3)$ = 17 g/mol.

Rasti: ω; c.



$$\begin{array}{ccccccccc} 100\ g & & & & & & x\ g & & \\ NH_4Cl & + & NaOH & \rightarrow & NaCl & + & NH_3\uparrow & + & H_2O \\ 53{,}5\ g & & & & & & 17\ g & & \end{array}$$

Apskaičiuojame susidariusių dujų kiekį:

$$n = \frac{m}{M} \qquad n(NH_4Cl) = \frac{100\ g}{53{,}5\ g/mol} = 1{,}87\ mol;$$

tai ir $n(NH_3)$ susidarys 1,87 mol (pagal reakcijos lygtį).

$m = n \cdot M;\ m(NH_3) = 1{,}87\ mol \cdot 17\ g/mol = 31{,}78\ g$

Bendras tirpalo kiekis:

$1000\ g\ H_2O + 31{,}78\ g\ NH_3 = 1031{,}78\ g$

Medžiagos masės dalis procentais:

$$\omega = \frac{m(medž.) \cdot 100\%}{m(tirpal.)} \qquad \omega = \frac{31{,}78\ g \cdot 100\%}{1031{,}78\ g} = 3{,}08\%$$

$$n = \frac{m}{M}$$

$$n(NH_3) = \frac{31{,}78\ g}{17\ g/mol} = 1{,}87\ mol$$

$$n = \frac{V}{V_m} \qquad V = n \cdot V_m$$

$V(NH_3) = 1{,}87\ mol \cdot 22{,}4\ l/mol = 41{,}89\ l$

$V(tirpal.) = 1\ l + 41{,}89\ l = 42{,}89\ l$

$$c = \frac{n}{V} \qquad c = \frac{1{,}87\ mol}{42{,}89\ l} = 0{,}04\ mol/l$$

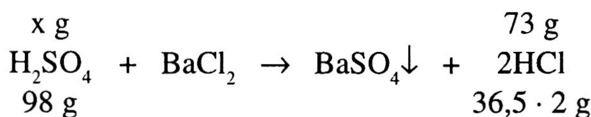
Atsakymas: gauto tirpalo procentinė koncentracija yra 3,08%, molinė koncentracija yra 0,04 mol/l.

8. Į 200 g sieros rūgšties tirpalo pridėta bario chlorido tirpalo. Susidariusios nuosėdos nufiltruotos ir gautam filtratui neutralizuoti sunaudota 250 cm^3 25% natrio šarmo tirpalo (ρ = 1,28 g/cm^3). Apskaičiuokite pradinio sieros rūgšties tirpalo medžiagos masės dalį procentais.

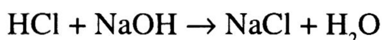
S p r e n d i m a s

Duota: $m(H_2SO_4) = 200$ g; $M(H_2SO_4) = 98$ g/mol; $V(NaOH) = 250$ cm^3;
$M(NaOH) = 40$ g/mol; ω (NaOH) = 25%; $\rho(NaOH) = 1{,}28$ g/cm^3.

Rasti: ω (H_2SO_4) pradinio.



$$\overset{x\ g}{\underset{98\ g}{H_2SO_4}} + BaCl_2 \rightarrow BaSO_4\downarrow + \overset{73\ g}{\underset{36{,}5 \cdot 2\ g}{2HCl}}$$



$$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$$

Apskaičiuojame gryno NaOH kiekį:

$$100\ g\ tirpalo\ —— 25\ g\ NaOH$$
$$(250\ cm^3 \cdot 1{,}28\ g/cm^3)\ g\ —— x\ g$$
$$x = 80\ g\ (NaOH)$$

Apskaičiuojame HCl kiekį, kurį neutralizuoja 80 g NaOH:

$$n = \frac{m}{M}$$

$$n(NaOH) = \frac{80\ g}{40\ g/mol} = 2\ mol,$$ tai ir HCl pagal reakciją yra 2 mol.

Apskaičiuojame H_2SO_4 kiekį, kuris reikalingas, kad susidarytų 2 mol HCl (žr. reakcijos lygtį):

$$n = \frac{m}{M}$$

$$n(H_2SO_4) = 1\ mol \qquad m(H_2SO_4) = 1\ mol \cdot 98\ g/mol = 98\ g$$

H_2SO_4 tirpalo masės dalis procentais:

$$\omega = \frac{m(medž.) \cdot 100\%}{m(tirpal.)} \qquad \omega = \frac{98\ g \cdot 100\%}{200\ g} = 49\%$$

Atsakymas: medžiagos masės dalis tirpale buvo 49%.

9. 20°C temperatūros druskos rūgštyje (ρ = 1,149 g/cm^3) yra 30% chloro vandenilio. Kiek gramų chloro vandenilio yra 1 l tokios rūgšties?

S p r e n d i m a s

Duota: $\rho = 1{,}149$ g/cm^3; ω (HCl) = 30%.

Rasti: $m(HCl)$.

$$m_t = V \cdot \rho$$

$$\omega = \frac{m(medž.) \cdot 100\%}{m(tirpal.)}$$

$1\ l = 1000\ cm^3$

$m(\text{tirpal.}) = 1000\ cm^3 \cdot 1{,}149\ g/cm^3 = 1149\ g$

$$m(medž.) = \frac{\omega \cdot m(tirpal.)}{100\%}$$

$$m(HCl) = \frac{30\% \cdot 1149\ g}{100\%} = 344{,}7\ g$$

Atsakymas: chloro vandenilio yra 344,7 g.

10. Kokia praskiestos rūgšties masės dalis procentais gaunama sumaišius 1 tūrį 94% sieros rūgšties ($\rho = 1{,}831\ g/cm^3$), kurios temperatūra yra 20°C, su 5 tūriais vandens?

S p r e n d i m a s

Duota: $\omega\ (H_2SO_4) = 94\%$ (1 tūris – 1 cm^3); $\rho = 1{,}831\ g/cm^3$;
H_2O 5 tūriai – 5 cm^3; $\rho = 1\ g/cm^3$.
Rasti: ω (pr. H_2SO_4).

$m(H_2SO_4) = 1\ cm^3 \cdot 1{,}831\ g/cm^3 = 1{,}831\ g$
$m(H_2O) = 5\ cm^3 \cdot 1\ g/cm^3 = 5\ g$

94% ↘ ↗ x | 1,831 g
x%
0% ↗ ↘ 94 – x | 5 g

$$\frac{x}{94 - x} = \frac{1{,}831}{5}$$

$5x = (94 - x) \cdot 1{,}831$
$5x = 172{,}114 - 1{,}831x$
$6{,}831x = 172{,}114$
$x = 25{,}3\%$

Atsakymas: praskiestos rūgšties masės dalis yra 25,3%.

11. Normaliomis sąlygomis išmatuoto 11,2 l chloro vandenilio buvo ištirpinta 73 ml vandens. Apskaičiuokite druskos rūgšties masės dalį procentais tirpale ir gauto tirpalo tūrį.

Sprendimas

Duota: $V(HCl) = 11{,}2$ l; $m(H_2O) = 73$ g; $M(HCl) = 36{,}5$ g/mol.
Rasti: ω (HCl); *V*(tirpal.).

$$\frac{m}{M} = \frac{V}{V_m} \qquad m = \frac{M \cdot V}{V_m}$$

36,5 g —— 22,4 l
x g —— 11,2 l
x = 18,25 g

$$\omega = \frac{18{,}25\ g \cdot 100\%}{(73\ g + 18{,}25\ g)} = 20\%$$

$$m = V \cdot \rho$$

Pagal lentelę ρ (20% HCl) = 1,098 g/cm^3.

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{91{,}25\ g}{1{,}098\ g/cm^3} = 83{,}1\ ml$$

Atsakymas: druskos rūgšties masės dalis tirpale 20%, o gauto tirpalo tūris yra 83,1 ml.

12. Kiek molių sieros rūgšties yra 100 g jos tirpalo, kurio tankis ρ = 1,39 g/cm³ (20°C)? Kiek gramų NaOH reikės visiškai neutralizuoti 300 g šio tirpalo?

Sprendimas

Duota: $\rho(H_2SO_4) = 1{,}39$ g/cm^3; $\omega(H_2SO_4) = 50\%$; $m(H_2SO_4$ tirpal.$) = 300$ g;
$M(H_2SO_4) = 98$ g/mol.
Rasti: *m*(NaOH); $n(H_2SO_4)$.

$$n(H_2SO_4) = \frac{m(med\check{z}.)}{M}$$

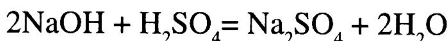
$$\omega = \frac{m(med\check{z}.) \cdot 100\%}{m(tirpal.)} \qquad m(med\check{z}.) = \frac{\omega \cdot m(tirpal.)}{100\%}$$

$$m(tirpal.) = V \cdot \rho \qquad m(med\check{z}.) = \frac{\omega \cdot V \cdot \rho}{100\%}$$

$$V = \frac{m(tirpal.)}{\rho} = \frac{100\ \text{g}}{1{,}39\ \text{g/cm}^3} = 71{,}94\ \text{cm}^3$$

$$m(\text{medž.}) = \frac{50\% \cdot 71{,}94\ \text{cm}^3 \cdot 1{,}39\ \text{g/cm}^3}{100\%} = 49{,}9\ \text{g}$$

$$n(H_2SO_4) = \frac{49{,}9\ \text{g}}{98\ \text{g/mol}} = 0{,}5\ \text{mol}$$



$$2NaOH + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2H_2O$$

$$\omega = \frac{m(medž.) \cdot 100\%}{m(tirpal.)} \qquad m(medž.) = \frac{\omega \cdot m(tirpal.)}{100\%}$$

$$m(\text{medž.}) = \frac{50\% \cdot 300\ \text{g}}{100\%} = 150\ \text{g}\ H_2SO_4$$

$$n = \frac{m}{M}$$

$$n(H_2SO_4) = \frac{150\ \text{g}}{98\ \text{g/mol}} = 1{,}53\ \text{mol}$$

$$n(NaOH) = 1{,}53\ \text{mol} \cdot 2 = 3{,}06\ \text{mol}$$

$$m = n \cdot M$$

$$m(NaOH) = 3{,}06\ \text{mol} \cdot 40\ \text{g/mol} = 122{,}4\ \text{g}$$

Atsakymas: 100 g sieros rūgšties yra 0,5 mol H_2SO_4, o tirpalui neutralizuoti reikės 122,4 g NaOH.

13. Laboratorijoje vandeniliui gauti, sieros rūgštimi veikiant cinką, paprastai naudojama praskiesta rūgštis: 1 tūriui rūgšties, kurios ρ = 1,824 g/cm³ (20°C), imama 5 tūriai vandens. Kokia gaunama rūgšties masės dalis procentais tirpale ir kokia jos koncentracija (mol/l)?

S p r e n d i m a s

Duota: $\rho(H_2SO_4) = 1{,}824$ g/cm³ (1 cm³ – 1 ml); $\omega = 92\%$;
$\rho(H_2O) = 1$ g/cm³; $V = 5$ cm³ = 5 ml.
Rasti: $\omega\ (H_2SO_4)$; $c(H_2SO_4)$.

$$m(tirpal.) = V \cdot \rho$$

$$m(H_2SO_4) = 1\ \text{cm}^3 \cdot 1{,}824\ \text{g/cm}^3 = 1{,}824\ \text{g}$$

$$m(H_2O) = 5\ \text{cm}^3 \cdot 1\ \text{g/cm}^3 = 5\ \text{g}$$

$$m(\text{tirpal.}) = 1{,}824\ \text{g} + 5\ \text{g} = 6{,}824\ \text{g}$$

$$\begin{array}{ccc} 92\% & & x \\ & \searrow \quad \nearrow & \\ & x\% & \\ & \nearrow \quad \searrow & \\ 0\% & & 92 - x \end{array} \quad \left| \begin{array}{l} 1{,}824\ g \\ \\ \\ \\ 5\ g \end{array} \right.$$

$$\frac{x}{92 - x} = \frac{1{,}824}{5}$$

$5x = 167{,}8 - 1{,}824x$

$6{,}824x = 167{,}8$

$x = 25\%$

$$\omega = \frac{m(med\check{z}.) \cdot 100\%}{m(tirpal.)} \qquad m(med\check{z}.) = \frac{\omega \cdot m(tirpal.)}{100\%}$$

$$m(\text{medž.}) = \frac{25\% \cdot 6{,}824\ g}{100\%} = 1{,}7\ g$$

$V(\text{tirpal.}) = 1\ ml + 5\ ml = 6\ ml$

6 ml —— 1,7 g
1000 ml —— x g
x = 283,3 g

$$n = \frac{m}{M} = \frac{283{,}3\ g}{98\ g/mol} = 2{,}9\ mol \qquad c(H_2SO_4) = 2{,}9\ mol$$

Atsakymas: rūgšties masės dalis tirpale 25%, jos koncentracija 2,9 mol/l.

14. 150 ml (ρ = 1,06 g/cm³) ortofosforo rūgšties, turinčios 10 m. d. rūgšties, ištirpinta 31 g P_2O_5. Nustatykite rūgšties masės dalį procentais naujame tirpale.

Sprendimas

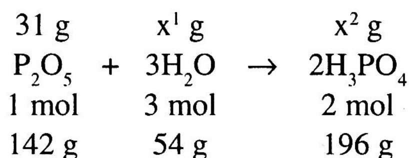
Duota: $V(H_3PO_4) = 150$ ml; $M(H_3PO_4) = 196$ g/mol; $M(H_2O) = 18$ g/mol; $M(P_2O_5) = 142$ g/mol; $\rho(H_3PO_4) = 1{,}06$ g/cm³; $m(P_2O_5) = 31$ g.
Rasti: ω (rūgšties).

P_2O_5 reaguos su H_2O pradiniame H_3PO_4 tirpale, kur vanduo – tirpiklis. Todėl papildomai susidarys H_3PO_4.

H_3PO_4 tirpalo masė $m_1 = V \cdot \rho$.
$1\ ml = 1\ cm^3$

$m_1 = 150\ cm^3 \cdot 1,06\ g/cm^3 = 159\ g$
$m_2 = 159\ cm^3 \cdot 0,1\ g/cm^3 = 15,9\ g$

Apskaičiuojame vandens masę:
159 g – 15,9 g = 143,1 g



31 g		x^1 g		x^2 g
P_2O_5	+	$3H_2O$	→	$2H_3PO_4$
1 mol		3 mol		2 mol
142 g		54 g		196 g

Pagal lygtį apskaičiuojame sureagavusio vandens masę x^1 ir susidariusios rūgšties masę x^2:

$$\frac{31}{142} = \frac{x^1}{54} \qquad x^1 = 11,8\ g\ (H_2O)$$

$$\frac{11,8}{54} = \frac{x^2}{196} \qquad x^2 = 42,8\ g\ (H_3PO_4)$$

Apskaičiuojame vandens kaip tirpiklio masę naujame tirpale:
143,1 g – 11,8 g = 131,3 g

Apskaičiuojame rūgšties masę tirpale:
15,9 g + 42,8 g = 58,7 g

Apskaičiuojame naujai gauto tirpalo masę:
131,3 g vandens + 58,7 g H_3PO_4 = 190 g

Apskaičiuojame naujo tirpalo ω:

$$\omega = \frac{m(med\check{z}.) \cdot 100\%}{m(tirpal.)} \qquad \omega = \frac{58,7\ g \cdot 100\%}{190\ g} = 30,9\%$$

Atsakymas: rūgšties ω yra 30,9%.

15. Anglies dioksidui gauti veikiant druskos rūgštimi marmurą paprastai naudojama praskiesta rūgštis, pagaminta iš vieno tūrio koncentruotos druskos rūgšties, kurios ρ = 1,174 g/cm³, ir 4 tūrių vandens. Kokia HCl masės dalis procentais rūgštyje bei molinė koncentracija mol/l?

S p r e n d i m a s

Duota: ρ(HCl) = 1,174 g/cm³ (1 cm³ – 1 ml); ω (HCl) = 35%;
ρ(H_2O) = 1 g/cm³ (4 cm³ – 4 ml).
Rasti: ω (HCl); *c*(HCl).

$m(HCl) = 1,174\ g/cm^3 \cdot 1\ cm^3 = 1,174\ g$
$m(H_2O) = 4\ cm^3 \cdot 1\ g/cm^3 = 4\ g$

35% ↘		↗ x	1,174 g
	x%		
0% ↗		↘ 35 – x	4 g

$$\frac{x}{35 - x} = \frac{1,174}{4}$$

$5,174x = 41$

$x = 7,94\%$

$$m(\text{medž.}) = \frac{7,94\% \cdot 5,174\ g}{100\%} = 0,41\ g$$

5 ml —— 0,41 g
1000 ml —— x g
x = 82 g

$$n = \frac{82\ g}{36,5\ g/mol} = 2,25\ mol$$

Kadangi buvo imta 1000 ml, t. y. 1 l, tai $c = 2,25$ mol/l.

Atsakymas: HCl masės dalis procentais rūgštyje yra 7,94%, jos molinė koncentracija 2,25 mol/l.

16. Reikia paruošti 1 l 20% NaOH, kurio tankis ρ = 1,22 g/cm³. Kiek tam reikės gramų techninio natrio šarmo, kuriame yra 96% NaOH, ir kiek mililitrų vandens?

Sprendimas

Duota: V(NaOH) = 1 l; ω (NaOH) = 20%; ρ(NaOH) = 1,22 g/cm³.
Rasti: m(tech. NaOH); $V(H_2O)$.

1 ml = 1 cm³

1 l 20% NaOH tirpalo masė yra: $m = \rho \cdot V = 1,22\ g/cm^3 \cdot 1000\ cm^3 = 1220\ g$

100 g tirpalo reikia 20 g gryno NaOH
1200 g ———————— x g
x = 244 g (gryno NaOH)

Techninio natrio šarmo reikia paimti tiek, kad jame būtų apskaičiuotas kiekis (224 g) gryno NaOH:

100 g techninio šarmo yra 96 g NaOH
x g ———————— 224 g
x = 254 g (techninio NaOH)

Vandens reikės paimti likusį kiekį, t. y. 1220 g – 254 g = 966 g, arba:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{966\ \text{g}}{1\ \text{g/cm}^3}$$

Atsakymas: reikės 254 g techninio NaOH ir 966 ml vandens.

17. Iš 93,6% H_2SO_4 tirpalo (ρ = 1,83 g/cm³) reikia paruošti 0,5 l 30% rūgšties tirpalo (ρ = 1,2 g/cm³). Kiek tam reikės mililitrų 93,6% tirpalo ir kiek vandens?

S p r e n d i m a s

Duota: $\omega(H_2SO_4)$ = 93,6%; $M(H_2SO_4)$ = 98 g/mol; $\rho(H_2SO_4)$ = 1,83 g/cm³;
$V(H_2SO_4)$ = 0,5 l; $\omega_2(H_2SO_4)$ = 30%; $\rho_2(H_2SO_4)$ = 1,2 g/cm³.
Rasti: V(tirpal.); $m(H_2O)$.

H_2SO_4 (0,5 l 30%) masė yra: $m = V \cdot \rho$ = 500 ml · 1,2 g/cm³ = 600 g

100 g 30% tirpalo reikia 30 g grynos H_2SO_4
600 g ———————— x g
x = 180 g grynos H_2SO_4

93,6% H_2SO_4 tirpalo reikia paimti tiek, kad jame būtų 180 g grynos H_2SO_4:

100 g 93,6% tirpalo yra 93,6 g grynos H_2SO_4
x g ———————— 180 g
x = 192,3 g (93,6% H_2SO_4 tirpalo)

1 ml = 1 cm³

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{192{,}3\ \text{g}}{1{,}83\ \text{g/cm}^3} = 105{,}1\ \text{ml}\ 93{,}6\%\ \text{tirpalo}$$

Vandens reikės:
600 g – 192,3 g = 407,7 g, arba 407,7 ml, nes $\rho(H_2O)$ = 1 g/cm³

Pastaba: negalima vandens tūrio skaičiuoti kaip tūrių skirtumo (500 –105,1), nes maišant skirtingo tankio tirpalus tūris kinta (gautas bendras tūris nelygus aritmetinei tūrių sumai).

Atsakymas: reikės 105,1 ml 93,6% tirpalo ir 407,7 ml vandens.

18. 71 g fosforo (V) oksido ištirpinome 500 ml 20% fosforo rūgšties tirpalo (ρ = 1,11 g/cm³). Kokia bus H_3PO_4 masės dalis procentais gautame tirpale?

S p r e n d i m a s

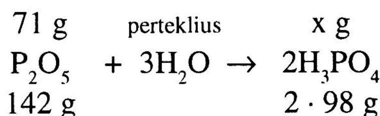
Duota: $m(P_2O_5) = 71$ g; $V(H_3PO_4) = 500$ ml; $\omega(H_3PO_4) = 20\%$;
$\rho(H_3PO_4) = 1{,}11$ g/cm³; $M(H_3PO_4) = 98$ g/mol.
Rasti: $\omega(H_3PO_4)$ naujame tirpale.

1 ml = 1 cm³
500 ml 20% H_3PO_4 tirpalo masė:
$m = \rho \cdot V = 1{,}11\ \text{g/cm}^3 \cdot 500\ \text{cm}^3 = 555$ g

Apskaičiuojame H_3PO_4 kiekį 500 ml 20% tirpalo:

100 g 20% tirpalo yra 20 g H_3PO_4
555 g ——— x g
x = 111 g H_3PO_4

Fosforo (V) oksidas, reaguodamas su tirpale esančiu vandeniu, sudarys papildomą kiekį H_3PO_4.


71 g perteklius x g
$P_2O_5 + 3H_2O \rightarrow 2H_3PO_4$
142 g 2 · 98 g

71 g P_2O_4 —— x g H_3PO_4
142 g —— 2 · 98 g
x = 98 g H_3PO_4

Gautame tirpale bus 111 g + 98 g = 209 g H_3PO_4.
Tirpalo masė bus 71 g + 555 g = 626 g.

$$\omega = \frac{m(medž.) \cdot 100\%}{m(tirpal.)} \qquad \omega = \frac{209\ \text{g} \cdot 100\%}{626\ \text{g}} = 33{,}4\%$$

Atsakymas: H_3PO_4 masės dalis tirpale yra 33,4%.

19. Į 500 ml 15% bario chlorido tirpalo (ρ = 1,11 g/cm³) įpylėme 200 ml 10% sieros rūgšties tirpalo (ρ = 1,07 g/cm³). Kiek gramų nuosėdų susidarė ir kokios tirpale likusių medžiagų masės dalys procentais?

S p r e n d i m a s

Duota: $M(BaCl_2)$ = 208 g/mol; $M(H_2SO_4)$ = 98 g/mol;
$M(BaSO_4)$ = 233 g/mol, $M(HCl)$ = 36,5 g/mol; $V(BaCl_2)$ = 500 ml;
ω $(BaCl_2)$ = 15%; $\rho(BaCl_2)$ = 1,11 g/cm³; $V(H_2SO_4)$ = 200 ml;
ω (H_2SO_4) = 10%; $\rho(H_2SO_4)$ = 1,07 g/cm³.
Rasti: m(nuosėdų); ω (likusių medžiagų).

Reakcija vyksta tarp tirpale esančių medžiagų. Todėl pirmiausia apskaičiuojame, kiek gramų grynų $BaCl_2$ ir H_2SO_4 yra jų tirpaluose.

1 ml = 1 cm³
500 ml 15% tirpalo masė yra:
$m = \rho \cdot V = 1{,}11\ g/cm^3 \cdot 500\ cm^3 = 555\ g$

100 g 15% tirpalo yra 15 g $BaCl_2$
555 g ———— x g
x = 83,3 g $BaCl_2$

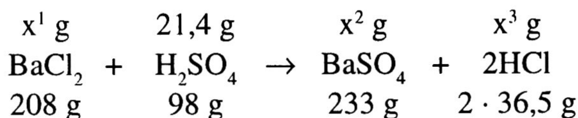
1 ml = 1 cm³
200 cm³ 10% H_2SO_4 tirpalo masė yra:
$m = \rho \cdot V = 1{,}07\ g/cm^3 \cdot 200\ cm^3 = 214\ g$

100 g 10% tirpalo yra 10 g H_2SO_4
214 g ———— x g
x = 21,4 g H_2SO_4

Nustatome, kurios medžiagos yra perteklius. Tam $BaCl_2$ ir H_2SO_4 mases perskaičiuojame į molių skaičių:

$$\frac{83{,}3\ g}{208\ g/mol} = 0{,}4\ mol\ BaCl_2 \qquad \frac{21{,}4\ g}{98\ g/mol} = 0{,}218\ mol\ H_2SO_4$$

Reakcijos lygtis rodo, kad $BaCl_2$ ir H_2SO_4 reaguoja molių santykiu 1:1. Todėl H_2SO_4 (0,281 mol) sureaguos visiškai, o $BaCl_2$ (0,4 mol) yra perteklius. Apskaičiuojame (pagal H_2SO_4), kiek sureaguoja $BaCl_2$:



$$\begin{array}{ccccccc} x^1\ g & & 21{,}4\ g & & x^2\ g & & x^3\ g \\ BaCl_2 & + & H_2SO_4 & \rightarrow & BaSO_4 & + & 2HCl \\ 208\ g & & 98\ g & & 233\ g & & 2 \cdot 36{,}5\ g \end{array}$$

Kadangi sureaguoja 0,218 mol H_2SO_4, tai ir $n(BaCl_2)$ = 0,218 mol.

$m = n \cdot M$
$m(BaCl_2) = 0{,}218\ mol \cdot 208\ g/mol = 45{,}4\ g$

Pagal lygtį $n(BaSO_4) = 0{,}218\ mol$

$m = n \cdot M$
$m(BaSO_4) = 0{,}218\ mol \cdot 233\ g/mol = 50{,}8\ g$

Pagal lygtį $n\ (HCl) = 2 \cdot 0{,}218\ mol = 0{,}436\ mol$

$m = n \cdot M$
$m(HCl) = 0{,}436\ mol \cdot 36{,}5\ g/mol = 15{,}9\ g$

Po reakcijos tirpale turėsime 83,3 g – 54,4 g = 37,9 g nesureagavusio $BaCl_2$ ir 15,9 g susidariusio HCl. Tirpalo masė bus lygi sumaišytų tirpalų masių sumai, iš jos atėmus iškritusių $BaSO_4$ nuosėdų masę:

555 g + 214 g – 50,9 g = 718,1 g tirpalo

Apskaičiuojame tirpale esančių medžiagų masės dalis proecntais:

$$\omega = \frac{m(medž.) \cdot 100\%}{m(tirpal.)}$$

$$\omega\ (BaCl_2) = \frac{37{,}9\ g \cdot 100\%}{718{,}1\ g} = 5{,}3\%$$

$$\omega\ (HCl) = \frac{15{,}9\ g \cdot 100\%}{718{,}1\ g} = 2{,}2\%$$

Atsakymas: susidarys 50,8 g $BaSO_4$ nuosėdų, 5,3% $BaCl_2$, 2,2% HCl.

20. Apskaičiuokite sacharozės masės dalį procentais tirpale, jei jame 30 molių vandens tenka 1 molis sacharozės.

Sprendimas

Duota: $M(C_{12}H_{22}O_{11}) = 342$ g; $n(C_{12}H_{22}O_{11}) = 1$ mol; $n(H_2O) = 30$ mol.
Rasti: $\omega\ (C_{12}H_{22}O_{11})$.

Tirpalo kiekis:
$30 \cdot 18$ g H_2O + 342 g sacharozės = 882 g tirpalo

882 g tirpalo —— 342 g sacharozės
100 g —— x g
x = 38,78 g

$$\omega = \frac{m_m \cdot 100\%}{m_t}$$

$$\omega = \frac{342\ g \cdot 100\%}{882\ g} = 38{,}78\%$$

Atsakymas: sacharozės koncentracija yra 38,78%.

21. Nustatykite vandenilio tūrį, kuris išsiskirs reaguojant 9,2 g natrio su 100 ml 96% etilo alkoholio tirpalo (ρ = 0,8 g/cm³). Apskaičiuokite susidariusių medžiagų masės dalis procentais tirpale.

S p r e n d i m a s

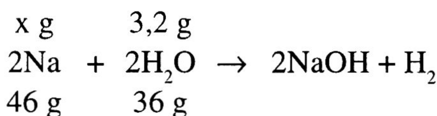
Duota: m(Na) = 9,2 g; M(Na) = 23 g/mol; $V(C_2H_5OH)$ = 100 ml;
$\omega (C_2H_5OH)$ = 96%; $\rho(C_2H_5OH)$ = 0,8 g/cm³.
Rasti: $V(H_2)$; ω.

1 ml = 1 cm³
Apskaičiuojame gryno etilo alkoholio kiekį:

$$m(C_2H_5OH) = \frac{96\% \cdot 100\ cm^3 \cdot 0{,}8\ g/cm^3}{100\%} = 76{,}8\ g\ C_2H_5OH$$

Tame etilo alkoholio tirpale vandens yra: $m_t = V \cdot \rho$.
(100 cm³ · 0,8 g/cm³) g tirpalo – 76,8 g etilo alkoholio = 3,2 g vandens

Vyksta reakcijos:



$$\overset{x\ g}{2Na} + \overset{3{,}2\ g}{2H_2O} \rightarrow 2NaOH + H_2$$
46 g   36 g

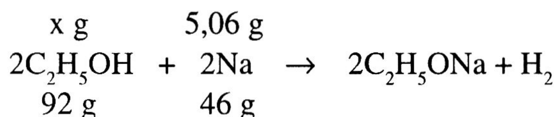
$$n = \frac{m}{M}$$

$$n(H_2O) = \frac{3{,}2\ g}{18\ g/mol} = 0{,}18\ mol,\ \text{tai ir}\ n(Na) = 0{,}18\ mol\ \text{(pagal reakciją)}$$

$$m = n \cdot M$$

$$m(Na) = 0{,}18\ mol \cdot 23\ g/mol = 4{,}14\ g$$

Vadinasi, nesureagavusio su H_2O Na yra: 9,2 g – 4,14 g = 5,06 g



$$\overset{x\ g}{2C_2H_5OH} + \overset{5{,}06\ g}{2Na} \rightarrow 2C_2H_5ONa + H_2$$
92 g   46 g

$$n = \frac{m}{M}$$

$$n(Na) = \frac{5{,}06\ g}{23\ g/mol} = 0{,}22\ mol, \text{ tai ir } n(C_2H_5OH) = 0{,}22\ mol$$

$$m = n \cdot M$$

$$m(C_2H_5OH) = 0{,}22\ mol \cdot 46\ g/mol = 10{,}12\ g$$

Nesureagavusio alkoholio kiekis:

$$76{,}8\ g - 10{,}12\ g = 66{,}68\ g$$

Apskaičiuojame susidariusio natrio etilato kiekį:

$$n = \frac{m}{M}$$

$$n(C_2H_5OH) = n(Na) = n(C_2H_5ONa) = 0{,}22\ mol$$

$$m = n \cdot M$$

$$m(C_2H_5ONa) = 0{,}22\ mol \cdot 68\ g/mol = 15\ g$$

Apskaičiuojame NaOH, susidariusį reaguojant Na su H_2O:

$$\frac{3{,}2}{36} = \frac{x}{80}$$

$$x = 7{,}11\ g\ NaOH$$

Reakcijos medžiagų kiekis:

66,68 g nesureagavusio C_2H_5OH + 15 g C_2H_5ONa + 7,11 g NaOH = 88,79 g (H_2 – dujos, kurių susidariusiame tirpale neliks)

Medžiagų procentinė sudėtis:

$$C_2H_5OH \quad \frac{66{,}68\ g \cdot 100\%}{88{,}79\ g} = 75\%$$

$$C_2H_5ONa \quad \frac{15\ g \cdot 100\%}{88{,}79\ g} = 16{,}9\%$$

$$NaOH \quad \frac{7{,}11\ g \cdot 100\%}{88{,}79\ g} = 8\%$$

Apskaičiuojame H_2, išsiskyrusio iš H_2O ir etilo alkoholio, tūrį:

$$n(H_2O) = 0{,}18\ mol, \text{ tai ir } n(H_2) = \frac{0{,}18\ mol}{2} = 0{,}09\ mol$$

$$n = \frac{V}{V_m}$$

$$V(H_2) = 0{,}09\ mol \cdot 22{,}4\ l/mol = 2\ l$$

$n(\text{Na}) = 0{,}22$ mol, tai ir $n(H_2) = \dfrac{0{,}22 \text{ mol}}{2} = 0{,}11$ mol

$V(H_2) = 0{,}11 \text{ mol} \cdot 22{,}4 \text{ l/mol} = 2{,}46 \text{ l}$

$x_1 + x_2 = 2 \text{ l} + 2{,}46 \text{ l} = 4{,}46 \text{ l } H_2$

Atsakymas: Susidariusių medžiagų masės dalys yra: C_2H_5OH – 75%; C_2H_5ONa – 16,9%; NaOH – 8%, ir 4,46 l H_2.

22. Kiek litrų (n. s.) sieros vandenilio reikia ištirpinti 600 ml vandens, norint gauti 1,5% koncentracijos tirpalą? Kiek natrio šarmo reikės šiam tirpalui neutralizuoti?

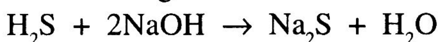
Sprendimas

Duota: $V(H_2O) = 600$ ml; $M(H_2O) = 18$ g/mol; $\omega = 1{,}5\%$;
$M(H_2S) = 34$ g/mol; $M(\text{NaOH}) = 40$ g/mol.
Rasti: $V(H_2S)$.

600 ml H_2O = 600 g, nes $\rho(H_2O) = 1 \text{ g/cm}^3$

1,5% koncentracijos tirpale H_2O yra:
100 g – 1,5 g = 98,5 g H_2O

600 g H_2O gali ištirpti:
98,5 g H_2O —— 1,5 g H_2S
600 g —— x g
x = 9,14 g H_2S, arba 6,02 l



x g
$H_2S + 2NaOH \rightarrow Na_2S + H_2O$
34g 80 g

$n = \dfrac{m}{M}$

$n(H_2S) = \dfrac{9{,}14 \text{ g}}{34 \text{ g/mol}} = 0{,}27$ mol,
tai ir $n(\text{NaOH}) = 0{,}27 \text{ mol} \cdot 2 = 0{,}54$ mol

$m = n \cdot M$
$m(\text{NaOH}) = 0{,}54 \text{ mol} \cdot 40 \text{ g/mol} = 21{,}6$ g

Atsakymas: reikia ištirpinti 6,02 l H_2S ir šiam tirpalui neutralizuoti reikia 21,6 g NaOH.

23. Iš 400 g 20% tirpalo jį atšaldžius išsiskyrė 50 g medžiagos. Kokia dabar bus medžiagos masės dalis procentais tirpale?

S p r e n d i m a s

Duota: m(tirpal.) = 400 g; ω (tirpal.) = 20%; m(medž.) = 50 g.
Rasti: ω.

Apskaičiuojame grynos medžiagos kiekį 400 g 20% koncentracijos tirpalo:

$$m_m = \frac{m_t \cdot \omega}{100\%}$$

$$m_m = \frac{400\ \text{g} \cdot 20\%}{100\%} = 80\ \text{g medžiagos}$$

Atšaldžius liks: 400 g – 50 g = 350 g tirpalo.
O medžiagos liks: 80 g – 50 g = 30 g.

Tada tirpalo medžiagos masės dalis procentais yra:

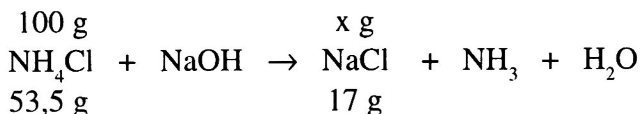
$$\omega = \frac{m_m \cdot 100\%}{m_t} \qquad \omega = \frac{30\ \text{g} \cdot 100\%}{350\ \text{g}} = 8{,}57\%$$

Atsakymas: medžiagos masės dalis yra 8,57%.

24. 100 g bevandenio amonio chlorido šildant reaguoja su natrio šarmo tirpalo pertekliumi. Susidariusios dujos (n. s.) ištirpinamos 1 l vandens. Kokia gauto tirpalo medžiagos masės dalis procentais?

S p r e n d i m a s

Duota: $m(NH_4Cl)$ = 100 g; $M(NH_4Cl)$ = 53,5 g/mol; $V(H_2O)$ = 1 l.
Rasti: ω.



$$\begin{array}{ccccccccc} 100\ \text{g} & & & & x\ \text{g} & & & & \\ NH_4Cl & + & NaOH & \rightarrow & NaCl & + & NH_3 & + & H_2O \\ 53{,}5\ \text{g} & & & & 17\ \text{g} & & & & \end{array}$$

$$n = \frac{m}{M}$$

$$n(NH_4Cl) = \frac{100\ \text{g}}{53{,}5\ \text{g/mol}} = 1{,}87\ \text{mol, tai ir } n(NH_3) = 1{,}87\ \text{mol}$$

$$m = n \cdot M$$

$$m(NH_3) = 1{,}87\ \text{mol} \cdot 17\ \text{g/mol} = 31{,}79\ \text{g}$$

Bendras tirpalo kiekis:

$$1000\ g\ H_2O + 31{,}79\ g\ NH_3 = 1031{,}79\ g$$

$$\omega = \frac{m_m \cdot 100\%}{m_t} \qquad \omega = \frac{31{,}78\ g \cdot 100\%}{1031{,}78\ g} = 3{,}08\ \%$$

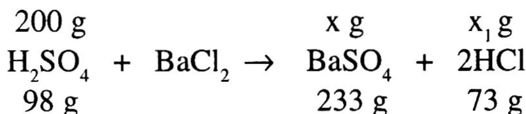
Atsakymas: tirpalo medžiagos masės dalis yra 3,08%.

25. Į 200 g sieros rūgšties tirpalo pridėta bario chlorido tirpalo. Susidariusios nuosėdos nufiltruotos ir gautam filtratui neutralizuoti sunaudota 250 cm³ 25% natrio šarmo tirpalo (ρ = 1,28 g/cm³). Apskaičiuokite pradinio sieros rūgšties tirpalo masės dalį procentais tirpale.

Sprendimas

Duota: $m(H_2SO_4) = 200$ g; $M(H_2SO_4) = 98$ g/mol; $V(NaOH) = 250\ cm^3$;
$\omega\ (NaOH) = 25\%$; $\rho(NaOH) = 1{,}28\ g/cm^3$.

Rasti: ω.



$$\begin{array}{ccccccc} 200\ g & & & & x\ g & & x_1\ g \\ H_2SO_4 & + & BaCl_2 & \rightarrow & BaSO_4 & + & 2HCl \\ 98\ g & & & & 233\ g & & 73\ g \end{array}$$

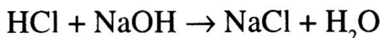
$$m_t = V \cdot \rho$$

$$m_t = 250\ cm^3 \cdot 1{,}28\ g/cm^3 = 320\ g$$

$$m_m = \frac{\omega \cdot m_t}{100\%} \qquad m_m = \frac{320\ g \cdot 25\%}{100\%} = 80\ g\ NaOH$$

$$n = \frac{m}{M} \qquad n(NaOH) = \frac{80\ g}{40\ g/mol} = 2\ mol$$

Apskaičiuojame HCl kiekį, kurį neutralizuoja 80 g NaOH:



$$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$$

Pagal lygtį: $n(HCl) = n(NaOH) = 2$ mol

Apskaičiuojame H_2SO_4 kiekį, kuris reikalingas, kad susidarytų 2 mol HCl (žr. reakcijos lygtį):

$$n = \frac{m}{M}$$

$$n(H_2SO_4) = 1\ mol$$

$m = n \cdot M$

$m(H_2SO_4) = 1 \text{ mol} \cdot 98 \text{ g/mol} = 98 \text{ g}$

H_2SO_4 tirpalo masės dalis procentais tirpale yra:

$$\omega = \frac{m_m \cdot 100\%}{m_t} \qquad \omega = \frac{100\% \cdot 98 \text{ g}}{200 \text{ g}} = 49\%\ H_2SO_4$$

Atsakymas: H_2SO_4 masės dalis yra 49%.

Savikontrolės uždaviniai

1. Kiek ml 20% NaOH tirpalo ($\rho = 1{,}24$ g/cm^3) reikės, norint neutralizuoti 200 ml 10% H_2SO_4 tirpalo ($\rho = 1{,}07$ g/cm^3)? Kiek gramų Na_2SO_4 susidarys? (Ats.: 70,6 ml NaOH; 31 g Na_2SO_4.)

2. 200 ml 96% koncentracijos azoto rūgšties ($\rho = 1{,}5$ g/cm^3) sumaišyta su 400 ml 48% koncentracijos azoto rūgšties ($\rho = 1{,}3$ g/cm^3). Apskaičiuokite medžiagos masės dalį procentais gautame tirpale ir tankį.(Ats.: 65,56%; $\rho = 1{,}37$ g/cm^3.)

3. Kiek vandens reikia įpilti į 400 ml 30% koncentracijos sieros rūgšties tirpalo ($\rho = 1{,}22$ g/cm^3), norint gauti 7% koncentracijos sieros rūgšties tirpalą? (Ats.: 1603,43 ml vandens.)

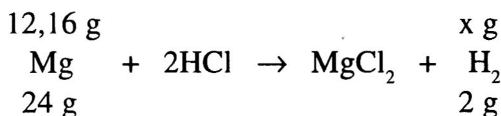
4. Sumaišyta 200 cm^3 26% ($\rho = 1{,}19$ g/cm^3) ir 100 cm^3 90% ($\rho = 1{,}8$ g/cm^3) sieros rūgšties tirpalų. Kokia medžiagos masės dalis procentais gautame tirpale? (Ats.: 53,56%.)

1. Lėkštelių padėtis – pusiausvira. Ant lėkštelių pastatome stiklines su vienodu kiekiu HCl. Į vieną stiklinę įdedame 12,16 g Mg. Kiek Zn reikia įdėti į kitą stiklinę, kad svarstyklės sugrįžtų į pusiausvirą padėtį?

Sprendimas

Duota: m(Mg) = 12,16 g; M(Mg) = 24 g/mol; $M(H_2)$ = 2 g/mol.
Rasti: m(Zn).

I būdas



$$\underset{24\ g}{\overset{12{,}16\ g}{Mg}} + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + \underset{2\ g}{\overset{x\ g}{H_2}}$$

Reaguojant 24 g Mg, išsiskiria 2 g H_2, tai I stiklinė svers:

Δm = 24 g – 2 g = 22 g

Įdėjus 24 g Mg I stiklinė svers 22 g
Įdėjus 12,16 g ———————— x g
x = 11,15 g Mg



$$\underset{65\ g}{Zn} + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + \underset{2\ g}{H_2}$$

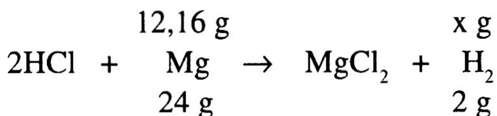
Reaguojant 65 g Zn, išsiskiria 2 g H_2, II stiklinė svers:

Δm = 65 g – 2 g = 63 g

Apskaičiuojame, kiek reikės įdėti Zn, kad ir II stiklinė svertų 11,15 g:

Įdėjus 65 g Zn II stiklinė svers 63 g
x g ———————— 11,15 g
x = 11,5 g Zn

II būdas



$$2HCl + \underset{24\ g}{\overset{12{,}16\ g}{Mg}} \rightarrow MgCl_2 + \underset{2\ g}{\overset{x\ g}{H_2}}$$

$$\frac{12{,}16}{24} = \frac{x}{2}$$

x = 1 g H_2 išsiskirs, ir lėkštė pasunkės ne 12,16 g, bet:

$12{,}16\ g - 1\ g = 11{,}16\ g$

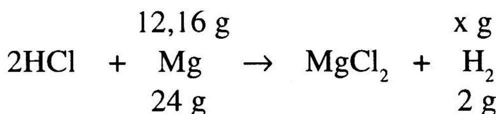
Naudojame formulę: $m = M \cdot n$

$11{,}16 = 65\ g/mol\ Zn \cdot x\ mol - 2\ g/mol\ H_2 \cdot x\ mol$

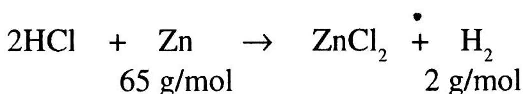
$x = 0{,}176\ mol\ Zn$

$m = 65\ g \cdot 0{,}176\ mol = 11{,}5\ g\ Zn$

III būdas



$$\underset{}{2HCl} + \overset{12{,}16\ g}{\underset{24\ g}{Mg}} \rightarrow MgCl_2 + \overset{x\ g}{\underset{2\ g}{H_2}}$$



$$2HCl + \underset{65\ g/mol}{Zn} \rightarrow ZnCl_2 + \underset{2\ g/mol}{H_2}$$

$$\frac{12{,}16}{24} = \frac{x}{2} \quad \text{(žr. pirmą lygtį)}$$

x = 1 g

Lėkštelė pasunkės:

$12{,}16\ g - 1\ g = 11{,}16\ g$

Apskaičiuojame, kiek gramų H_2 išstums 1 g Zn:

65 g Zn —— 2 g H_2
1 g Zn —— x g
x = 0,03 g H_2

Įdėjus 1 g Zn lėkštelė pasunkės:

$1\ g - 0{,}03\ g = 0{,}97\ g$

Kad pusiausvyra išsilaikytų, Zn reikės įdėti:

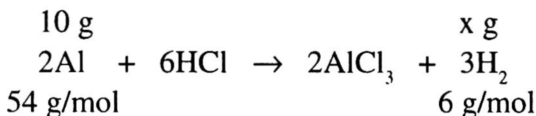
$$\frac{11{,}16}{0{,}97} = 11{,}5\ g$$

Atsakymas: reikia įdėti 11,5 g Zn.

2. Ant kiekvienos svarstyklių lėkštelės yra po stiklinę su HCl. Ar pasikeis pusiausvyra, jei į vieną stiklinę įmesim 10 g Al, o į kitą – 10 g Mg?

S p r e n d i m a s

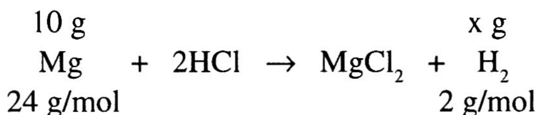
Duota: m(Al) = 10 g; m(Mg) = 10 g; M(Mg) = 24 g/mol; M(Al) = 27 g/mol.
Rasti: ar pasikeis pusiausvyra.



$$\underset{54\ \text{g/mol}}{\overset{10\ \text{g}}{2Al}} + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + \underset{6\ \text{g/mol}}{\overset{x\ \text{g}}{3H_2}}$$

Reaguojant 54 g Al, išsiskiria 6 g H_2, vadinasi, I stiklinė svers:
Δm = 54 g – 6 g = 48 g

Įmetus 54 g Al   I stiklinė svers   48 g
10 g Al   ————————   x g
x = 8,9 g



$$\underset{24\ \text{g/mol}}{\overset{10\ \text{g}}{Mg}} + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + \underset{2\ \text{g/mol}}{\overset{x\ \text{g}}{H_2}}$$

Reaguojant 24 g Mg, išsiskiria 2 g H_2, tai II stiklinė svers:
Δm = 24 g – 2 g = 22 g

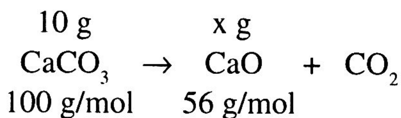
Įmetus 24 g Mg   II stiklinė svers   22 g
10 g   ————————   x g
x = 9,2 g

Atsakymas: nusvers Mg lėkštelė, nes 9,2 g > 8,9 g.

3. Ant išlygintų svarstyklių lėkštelių uždedame dvi ugniai atsparias plokšteles. Į I lėkštelę įdedame 10 g $CaCO_3$, į II – 10 g Fe drožlių. Plokšteles iškaitiname. Kaip pasikeis pusiausvyra? Kur ir kelių gramų svarelį uždėti, kad atsikurtų pusiausvyra?

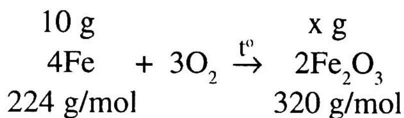
S p r e n d i m a s

Duota: $m(CaCO_3)$ = 10 g; $M(CaCO_3)$ = 100 g/mol; m(Fe) = 10 g;
M(Fe) = 56 g/mol.
Rasti: m(svarelio); kaip pasikeis pusiausvyra.



$$\underset{100\ g/mol}{\overset{10\ g}{CaCO_3}} \rightarrow \underset{56\ g/mol}{\overset{x\ g}{CaO}} + CO_2$$

$$\frac{10}{100} = \frac{x}{56} \qquad x = 5{,}6\ g\ CaO$$



$$\underset{224\ g/mol}{\overset{10\ g}{4Fe}} + 3O_2 \xrightarrow{t^{\circ}} \underset{320\ g/mol}{\overset{x\ g}{2Fe_2O_3}}$$

$$\frac{10}{224} = \frac{x}{320} \qquad x = 14{,}3\ g\ Fe$$

$$\Delta m = 14{,}3\ g - 5{,}6\ g = 8{,}7\ g$$

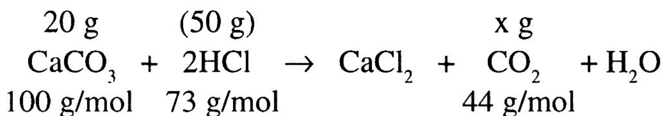
Atsakymas: reikės uždėti 8,7 g svarelį ant pirmosios lėkštelės.

4. Ant pusiausvirų svarstyklių lėkštelių padėtos 2 stiklinės, kuriose yra po 200 g 20% HCl tirpalo. Į vieną stiklinę įdėta 20 g $CaCO_3$. Kiek Zn reikės įdėti į II stiklinę, kad lėkštelės liktų pusiausviros?

S p r e n d i m a s

Duota: M(HCl) = 36,5 g/mol; m(HCl) = 200 g; ω (HCl) = 20%;
$m(CaCO_3)$ = 20 g; $M(CaCO_3)$ = 100 g/mol.

Rasti: m(Zn).



$$\underset{100\ g/mol}{\overset{20\ g}{CaCO_3}} + \underset{73\ g/mol}{\overset{(50\ g)}{2HCl}} \rightarrow CaCl_2 + \underset{44\ g/mol}{\overset{x\ g}{CO_2}} + H_2O$$

$$\omega = \frac{m_m \cdot 100\%}{m_t} \qquad m_m = \frac{m_t \cdot \omega}{100\%}$$

$$m_m = \frac{200 \cdot 25}{100} = 50\ g\ HCl$$

$$n = \frac{m}{M}$$

$$n(CaCO_3) = \frac{20}{100} = 0{,}2\ mol \qquad n(HCl) = \frac{50}{36{,}5} = 1{,}37\ mol$$

$$\frac{n(CaCO_3)}{n(HCl)} = \frac{0{,}2}{1{,}4} = 1 : 7,\ \text{t. y. HCl perteklius}$$

Reaguojant 100 g $CaCO_3$, išsiskirs 44 g CO_2, vadinasi, I stiklinė svers:

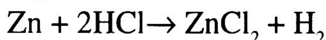
Δm = 100 g – 44 g = 56 g

Įmetus 100 g $CaCO_3$ I stiklinė svers 56 g

20 g ———————— x g

x = 11,2 g (tiek svers I stiklinė)

x g



$Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$

65 g/mol 2 g/mol

Reaguojant 65 g Zn, išsiskyrė 2 g H_2, vadinasi, II stiklinė svers:

Δm = 65 g – 2 g = 63 g

Įdėjus 65 g Zn II stiklinė svers 63 g

x g ———————— 11,2 g

x = 11,6 g

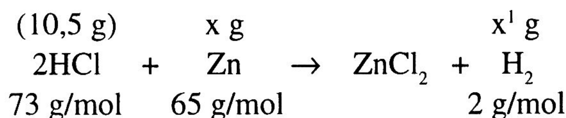
Atsakymas: į II stiklinę reikės įdėti 11,6 g Zn.

5. Ant pusiausvirų svarstyklių lėkštelių yra 2 stiklinės. Į I įpylėme 100 ml 10% HCl (ρ = 1,05 g/cm^3) ir įmetėme 20 g Zn. Į II – 100 g 15% H_2SO_4 tirpalo. Kiek $CaCO_3$ reikia įpilti į II stiklinę, kad atsikurtų pusiausvyra?

Sprendimas

Duota: M(HCl) = 36,5 g/mol; V(HCl) = 100 ml; ω (HCl) = 10%;
ρ(HCl) = 1,05 g/cm^3; m(Zn) = 20 g; M(Zn) = 65 g/mol;
$m(H_2SO_4)$ = 100 g; $M(H_2SO_4)$ = 98 g/mol; ω (H_2SO_4) = 15%.

Rasti: $m(CaCO_3)$.



(10,5 g) x g x^1 g

$2HCl + Zn \rightarrow ZnCl_2 + H_2$

73 g/mol 65 g/mol 2 g/mol

$$m_t = V \cdot \rho; \ \omega = \frac{m_m \cdot 100\ \%}{m_t}$$

$$m_t(HCl) = 100 \cdot 1{,}05 = 105 \text{ g}$$

$$m_m = \frac{10 \cdot 105}{100} = 10{,}5 \text{ g HCl}$$

Kiek g H_2 išsiskirs:

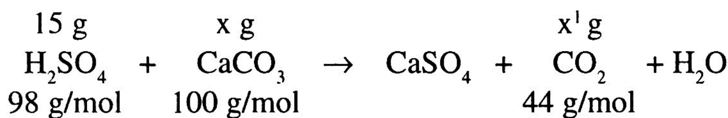
$$\frac{10{,}5}{73} = \frac{x}{2}$$

$$x = 0{,}286 \text{ g } H_2$$

m(I stiklinėje tirpalo) = 105 g HCl + 20 g Zn – 0,286 g H_2 = 124,7 g

$$m_m = \frac{m_t \cdot \omega}{100\%}$$

$$m_m = \frac{100 \text{ g} \cdot 15\%}{100\%} = 15 \text{ g } H_2SO_4$$



$$\underset{98\text{ g/mol}}{\overset{15\text{ g}}{H_2SO_4}} + \underset{100\text{ g/mol}}{\overset{x\text{ g}}{CaCO_3}} \rightarrow CaSO_4 + \underset{44\text{ g/mol}}{\overset{x^1\text{ g}}{CO_2}} + H_2O$$

$$\frac{15}{98} = \frac{x^1}{44}$$

$$x = 6{,}73 \text{ g } CO_2$$

m(II stiklinėje tirpalo) = 100 g H_2SO_4 + x g $CaCO_3$ – 6,73 g CO_2 =
= 124,7 g

$x = 124{,}7 - 100 + 6{,}73$

$x = 31{,}43$ g

Atsakymas: reikia įpilti 31,43 g $CaCO_3$ į II stiklinę.

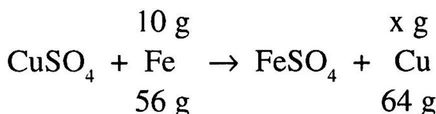
Uždaviniai su plokštelėmis

1. Į $CuSO_4$ tirpalą įmerkta 10 g Fe plokštelė. Po kurio laiko išimta plokštelė svėrė 10,4 g. Kiek Fe nutirpo nuo plokštelės? Kiek gramų Cu nusėdo ant jos? Kiek gramų $CuSO_4$ sureagavo? Kiek gramų $FeSO_4$ susidarė tirpale?

S p r e n d i m a s

Duota: m(Fe) = 10 g; M(Fe) = 56 g/mol; m^1(Fe) = 10,4 g.
Rasti: m(Fe) nutirpusios; m(Cu) nusėdusio; $m(CuSO_4)$; $m(FeSO_4)$.

Apskaičiuojame, kiek pasunkėjo Fe plokštelė:



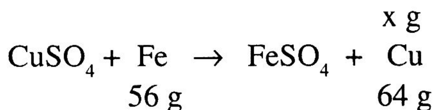
$$\underset{}{CuSO_4} + \underset{56\ g}{\overset{10\ g}{Fe}} \rightarrow FeSO_4 + \underset{64\ g}{\overset{x\ g}{Cu}}$$

Δm = 10,4 g – 10 g = 0,4 g Cu

Reaguojant 56 g Fe, išsiskyrė 64 g Cu, tai plokštelė pasunkės:
ΔM = 64 g – 56 g = 8 g

Po reakcijos 56 g Fe plokštelė pasunkės 8 g
x g Fe ———————— 0,4 g
x = 2,8 g Fe

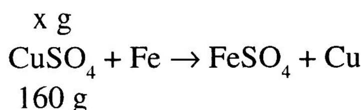
Apskaičiuojame, kiek Cu nusėdo ant plokštelės:



$$CuSO_4 + \underset{56\ g}{Fe} \rightarrow FeSO_4 + \underset{64\ g}{\overset{x\ g}{Cu}}$$

Išsiskyrus 64 g Cu, plokštelė pasunkės 8 g
x g Cu ———————— 0,4 g
x = 3,2 g Cu

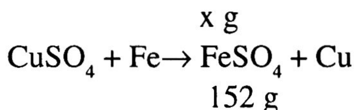
Apskaičiuojame, kiek sureagavo $CuSO_4$:



$$\underset{160\ g}{\overset{x\ g}{CuSO_4}} + Fe \rightarrow FeSO_4 + Cu$$

Sureagavus 160 g $CuSO_4$, plokštelė pasunkės 8 g
x g $CuSO_4$ ———————— 0,4 g
x = 8 g $CuSO_4$

Apskaičiuojame susidariusios $FeSO_4$ kiekį:



$$\underset{}{CuSO_4} + Fe \rightarrow \underset{152\ g}{\overset{x\ g}{FeSO_4}} + Cu$$

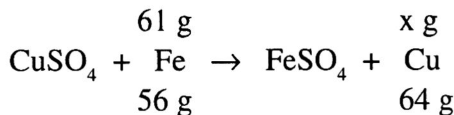
Susidarius 152 g $FeSO_4$, plokštelė pasunkėjo 8 g
x g $FeSO_4$ ———————— 0,4 g
x = 7,6 g

Atsakymas: nutirpo 2,8 g Fe; nusėdo 3,2 g Cu; sureagavo 8 g $CuSO_4$, susidarė 7,6 g $FeSO_4$.

2. Į $CuSO_4$ tirpalą buvo panardinta 61 g Fe plokštelė. Po kurio laiko ji svėrė 62,8 g. Kiek gramų bei molių Cu išsiskyrė ant plokštelės?

S p r e n d i m a s

Duota: M(Fe) = 56 g/mol; m(Fe) = 61 g; m^{I}(Fe) = 62,8 g.
Rasti: m(Cu); n(Cu).



$$CuSO_4 + \underset{56\ g}{\overset{61\ g}{Fe}} \rightarrow FeSO_4 + \underset{64\ g}{\overset{x\ g}{Cu}}$$

Δm = 62,8 g – 61 g = 1,8 g
ΔM = 64 g – 56 g = 8 g

64 g Cu —— 8 g
x g —— 1,8 g
x = 14,4 g (tiek Cu išsiskyrė ant plokštelės)

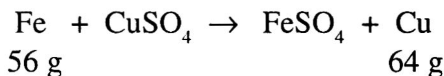
$n = \frac{m}{M}$ $n(Cu) = \frac{14,4}{64} = 0,23$ mol Cu

Atsakymas: išsiskyrė 14,4 g, 0,23 mol Cu.

3. Fe plokštelė įmerkta į $CuSO_4$ tirpalą. Išėmus jos masė buvo padidėjusi 2,4 g. Kiek gramų Fe perėjo į tirpalą?

S p r e n d i m a s

Duota: Δm(Fe) = 2,4 g; M(Fe) = 56 g/mol.
Rasti: m(Fe), perėjusios į tirpalą.



$$\underset{56\text{ g}}{Fe} + CuSO_4 \rightarrow FeSO_4 + \underset{64\text{ g}}{Cu}$$

ΔM = 64 g – 56 g = 8 g
Δm = 2,4 g (nes masė padidėjo)

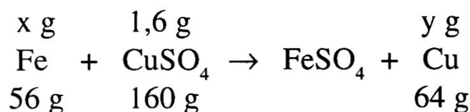
Nutirpus 56 g, plokštelė pasunkės 8 g
Nutirpus x g ———————— 2,4 g
x = 16,8 g

Atsakymas: į tirpalą perėjo 16,8 g Fe.

4. 5 g Fe plokštelė laikoma 100 g 3,2% $CuSO_4$ tirpalo. Kiek ji svėrė po kurio laiko?

S p r e n d i m a s

Duota: M(Fe) = 56 g/mol; m(Fe) = 5g; $m(CuSO_4)$ = 100 g;
$\omega(CuSO_4)$ = 3,2%; $M(CuSO_4)$ = 160 g/mol.
Rasti: m(plokšt.).



$$\overset{x\text{ g}}{\underset{56\text{ g}}{Fe}} + \overset{1{,}6\text{ g}}{\underset{160\text{ g}}{CuSO_4}} \rightarrow FeSO_4 + \overset{y\text{ g}}{\underset{64\text{ g}}{Cu}}$$

$$m(galutinė) = m_o - m(Fe) + m(Cu)$$

$$\omega = \frac{m_m \cdot 100\%}{m_t} \qquad m_m = \frac{m_t \cdot \omega}{100\%}$$

$$m_m = \frac{100\text{ g} \cdot 3{,}2\%}{100\%} \qquad m_m = 3{,}2\text{ g } CuSO_4$$

$$\frac{x\text{ Fe}}{56} = \frac{3{,}2\ CuSO_4}{160} \qquad \frac{3{,}2}{160} = \frac{y\text{ Cu}}{64}$$

x = 1,12 g Fe   y = 1,28 g Cu

m = 5 g – 1,12 g + 1,28 g = 5,16 g

Atsakymas: plokštelė svėrė 5,16 g.

5. Į 200 ml 0,1 M $CuSO_4$ tirpalo panardinta 10,112 g Fe plokštelė. Kokia bus plokštelės masė, išstūmus visą Cu?

S p r e n d i m a s

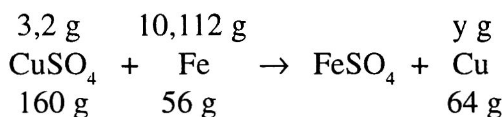
Duota: $V(CuSO_4) = 200$ ml; $c(CuSO_4) = 0,1$ M; $M(CuSO_4) = 160$ g/mol;
$m(Fe) = 10,112$ g; $M(Fe) = 56$ g/mol.

Rasti: plokštelės masę, išstūmus Cu.

$$c = \frac{n\,(mol)}{V(tirpal.)(l)}$$

$$n = c \cdot V = 0,1 \text{ mol/l} \cdot 0,2 \text{ l} = 0,02 \text{ mol}$$

$$m = n \cdot M = 0,02 \text{ mol} \cdot 160 \text{ g/mol} = 3,2 \text{ g}$$



$$\frac{3,2}{160} = \frac{x}{56} \qquad\qquad \frac{3,2}{160} = \frac{y}{64}$$

x = 1,12 g (Fe) y = 1,28 g (Cu)

$$m(galut.) = m_o - m(Fe) + m(Cu)$$

$$m = 10,112 \text{ g} - 1,12 \text{ g} + 1,28 \text{ g} = 10,272 \text{ g}$$

Atsakymas: plokštelės masė bus 10,272 g.

6. Į 500 g 5% $CuSO_4$ įleista 10 g Fe plokštelė. Ji pasunkėjo 0,4 g. Kokia $CuSO_4$ masės dalis procentais bus tirpale išėmus plokštelę?

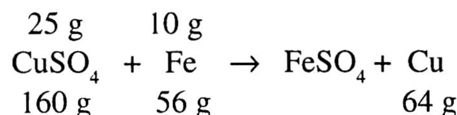
S p r e n d i m a s

Duota: $m(CuSO_4) = 500$ g; $M(CuSO_4) = 160$ g/mol; $m(Fe) = 10$ g;
$M(Fe) = 56$ g/mol; $\Delta m = 0,4$ g.

Rasti: $\omega(CuSO_4)$.

$$\omega = \frac{m_m \cdot 100\,\%}{m_t} \qquad\qquad m_m = \frac{m_t \cdot \omega}{100\%}$$

$$m_m = \frac{500 \text{ g} \cdot 5\%}{100\%} = 25 \text{ g}$$



$\Delta M = 64\ g - 56\ g = 8\ g$
$\Delta m = 0,4\ g$ (nes pasunkėjo plokštelė)

Sureagavus 160 g $CuSO_4$ —— 8 g
x g —— 0,4 g
x = 8 g (tiek $CuSO_4$ sureaguos, kai plokštelė pasunkės 0,4 g)

$CuSO_4$ liks:
25 g – 8 g = 17 g $CuSO_4$ 500 g tirpalo

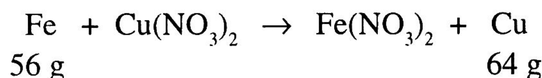
$$\omega = \frac{17\ g \cdot 100\%}{500\ g} = 3,4\%$$

Atsakymas: tirpalo koncentracija yra 3,4%.

7. Fe strypas palaikytas $Cu(NO_3)_2$ tirpale. Strypo masė padidėjo 1,6 g ir tapo 23,2 g. Kiek svėrė Fe strypas iki panardinimo į $Cu(NO_3)_2$? Kokia bus kiekybinė tirpalo sudėtis po reakcijos?

S p r e n d i m a s

Duota: M(Fe) = 56 g/mol; M(Cu) = 64 g/mol; Δm = 1,6 g.
Rasti: kiekybinę tirpalo sudėtį.



$$Fe + Cu(NO_3)_2 \rightarrow Fe(NO_3)_2 + Cu$$
56 g 64 g

$\Delta M = 64\ g - 56\ g = 8\ g$
$\Delta m = 1,6\ g$

56 g —— 8 g
x g —— 1,6 g
x = 11,2 g Fe

$m(galut.) = m_o - m(Fe) + m(Cu)$

23,2 = 21,6 – 11,2 + x
x = 12,8 g Cu

23,2 g – 1,6 g = 21,6 g Fe (pradinis Fe kiekis)
21,6 g – 11,2 g = 10,4 g Fe (Fe kiekis po reakcijos)

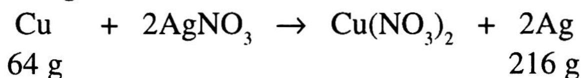
Atsakymas: strypas svėrė 10,4 g; tirpalo kiekybinė sudėtis yra 11,2 g Fe bei 12,8 g Cu.

8. 140,8 g Cu drožlių laikoma $AgNO_3$ tirpale. Po kurio laiko jų masė pasidarė 171,2 g. Kiek mililitrų 32% HNO_3 (ρ = 1,2 g/cm³) reikės, norint ištirpinti išimtas iš tirpalo drožles?

S p r e n d i m a s

Duota: M(Cu) = 64 g/mol; m(Cu) = 140,8 g; ω (HNO_3) = 32%;
ρ(HNO_3) = 1,2 g/cm³; M(Ag) = 108 g/mol.

Rasti: V(HNO_3).



140,8 g

$$Cu + 2AgNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2Ag$$

64 g   216 g

ΔM = 216 g – 64 g = 152 g

Δm = 171,2 g – 140,8 g = 30,4 g

Reaguojant 64 g Cu masių skirtumas yra 152 g

x g ———————— 30,4 g

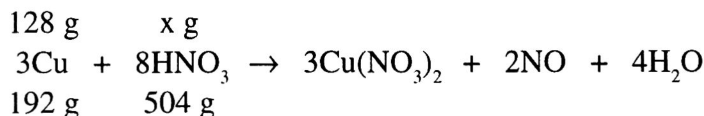
x = 12,8 g Cu

140,8 g – 12,8 g = 128 g Cu

Susidarius 216 g Ag masių skirtumas yra 152 g

x g ———————— 30,4 g

x = 43,2 g Ag



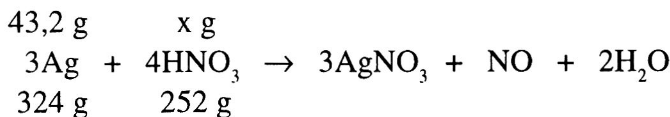
128 g   x g

$$3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$$

192 g   504 g

$$\frac{128}{192} = \frac{x}{504}$$

x = 336 g HNO_3



43,2 g   x g

$$3Ag + 4HNO_3 \rightarrow 3AgNO_3 + NO + 2H_2O$$

324 g   252 g

$$\frac{43,2}{324} = \frac{x}{252}$$

x = 33,6 g HNO_3

Iš viso: m(HNO_3) = 336 g + 33,6 g = 369,6 g

$$\omega = \frac{m_m \cdot 100\%}{m_t} \qquad m_t = \frac{m_m \cdot 100\%}{\omega}$$

$$m = V \cdot \rho \qquad V = \frac{m}{\rho}$$

$$m_t = \frac{369{,}6\ \text{g} \cdot 100\%}{32\%} = 1155\ \text{g}$$

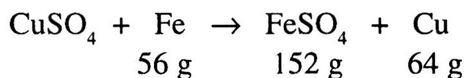
$$V = \frac{1155\ \text{g}}{1{,}2\ \text{g/cm}^3} = 962{,}5\ \text{ml}$$

Atsakymas: reikės 962,5 ml HNO_3 tirpalo.

9. Į 500 ml $CuSO_4$ tirpalo įleista 50 g Fe plokštelė. Po kurio laiko jos masė padidėjo 4%. Raskite susidariusio Cu masę ir susidariusio $FeSO_4$ tirpalo molinę koncentraciją.

Sprendimas

Duota: $V(CuSO_4)$ = 500 ml; $M(FeSO_4)$ = 152 g/mol; m(Fe) = 50 g;
M(Fe) = 56 g/mol; Δm = 4%.
Rasti: m(Cu); $c(FeSO_4)$.



$$CuSO_4 + Fe \rightarrow FeSO_4 + Cu$$
56 g   152 g   64 g

50 g Fe masė $CuSO_4$ tirpale gali padidėti iki 100%
x g ———————— 4%
x = 2 g (pasunkėjo)

ΔM = 64 g – 56 g = 8 g
Δm = 2 g

Susidarius 64 g Cu masių skirtumas yra 8 g
x g ———————— 2 g
x = 16 g Cu

Apskaičiuojame $FeSO_4$ masę:

$$\frac{x}{152} = \frac{16}{64}$$

x = 38 g $FeSO_4$

$$n = \frac{m}{M} \qquad n = \frac{38\ \text{g}}{152\ \text{g/mol}} = 0{,}25\ \text{mol}$$

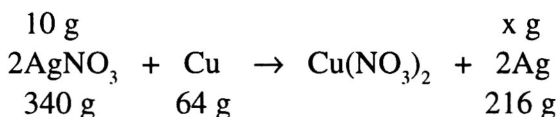
$$c = \frac{n}{V} \qquad c = \frac{0{,}25\ \text{mol}}{1\ \text{l}} = 0{,}25\ \text{mol/l (M)}$$

Atsakymas: susidarė 16 g Cu; molinė koncentracija yra 0,25 M $FeSO_4$.

10. Norint padengti Ag 10 g Cu plokštelę, ji buvo įleista į 250 g 20% $AgNO_3$ tirpalo. Plokštelę išėmus pasirodė, kad $AgNO_3$ koncentracija tirpale sumažėjo 20%. Raskite padengtos Ag plokštelės masę.

Sprendimas

Duota: $M(Ag) = 108$ g/mol; $m(Cu) = 10$ g; $M(Cu) = 64$ g/mol;
$m(AgNO_3) = 250$ g; $M(AgNO_3) = 170$ g/mol; $\omega\ (AgNO_3) = 20\%$.
Rasti: $m(Ag)$.



$$\begin{array}{ccccccccc} 10\ \text{g} & & & & & & \text{x g} \\ 2AgNO_3 & + & Cu & \rightarrow & Cu(NO_3)_2 & + & 2Ag \\ 340\ \text{g} & & 64\ \text{g} & & & & 216\ \text{g} \end{array}$$

$$m_m = \frac{m_t \cdot \omega}{100\%} \qquad m_m = \frac{250\ \text{g} \cdot 20\%}{100\%} = 50\ \text{g}\ AgNO_3$$

50 g $AgNO_3$ sudaro 100%
x g —— 20%
x = 10 g Ag

Apskaičiuojame Ag masę pagal lygtį:

$$\frac{10\ \text{g}}{340\ \text{g}} = \frac{\text{x g}}{216\ \text{g}}$$

x = 6,35 g Ag

Apskaičiuojame Cu masę pagal lygtį:

$$\frac{10}{340} = \frac{x}{64}$$

x = 1,88 g Cu

$m(galut.) = m_o - m(Cu) + m(Ag)$

$m = 10\ \text{g} - 1{,}88\ \text{g} + 6{,}35\ \text{g} = 14{,}47\ \text{g}$

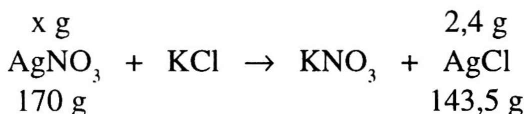
Atsakymas: padengtos Ag plokštelės masė yra 14,47 g.

11. Į 100 g 5% $AgNO_3$ tirpalo įmerkta 10 g Fe plokštelė. Plokštelė išimta ir įpilta KCl su pertekliumi. Susidarė 2,4 g nuosėdų. Kiek svėrė plokštelė?

Sprendimas

Duota: $m(AgNO_3) = 100$ g; $M(AgNO_3) = 170$ g/mol; $\omega\ (AgNO_3) = 5\%$;
$m(Fe) = 10$ g; $M(Fe) = 56$ g/mol; $m(nuos.) = 2{,}4$ g.

Rasti: m(Fe) plokštelės.



$$\underset{170\ g}{\overset{x\ g}{AgNO_3}} + KCl \rightarrow KNO_3 + \underset{143{,}5\ g}{\overset{2{,}4\ g}{AgCl}}$$

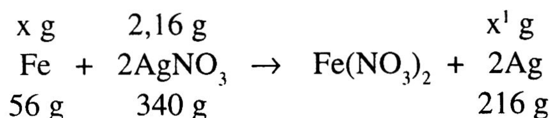
$$m_m = \frac{m_t \cdot \omega}{100\%}$$

$$m_m = \frac{100\ g \cdot 5\%}{100\%} = 5\ g\ AgNO_3$$

$$\frac{x}{170} = \frac{2{,}4}{143{,}5}$$

$x = 2{,}84$ g $AgNO_3$ (po reakcijos su Fe likęs $AgNO_3$ kiekis)

$5\ g - 2{,}84\ g = 2{,}16\ g\ AgNO_3$



$$\underset{56\ g}{\overset{x\ g}{Fe}} + \underset{340\ g}{\overset{2{,}16\ g}{2AgNO_3}} \rightarrow Fe(NO_3)_2 + \underset{216\ g}{\overset{x^1\ g}{2Ag}}$$

$$\frac{x}{56} = \frac{2{,}16}{340}$$

$x = 0{,}356$ g

Taigi 0,356 g Fe perėjo iš plokštelės į tirpalą.

$$\frac{x^1}{216} = \frac{2{,}16}{340}$$

$x = 1{,}372$ g

Taigi 1,372 g Ag nusėdo.

$m(galut.) = m_o - m(Fe) + m(Ag)$

$m = 10\ g - 0{,}356\ g + 1{,}372\ g = 11{,}016\ g$

Atsakymas: Fe plokštelė svėrė 11,016 g .

Savikontrolės uždaviniai

1. 2 stiklinės su NaOH tirpalu yra pusiausviros. Į I stiklinę įdedame 9 g Al. Kiek gramų Zn reikia įdėti į II stiklinę, kad atsikurtų pusiausvyra? (Ats.: 8,25 g.)

2. Ant svarstyklių yra 2 pusiausviros lėkštelės su H_2SO_4tirpalu. Į I lėkštelę įdedame 50 g Zn, o į II – tokį patį svorį Fe. Kaip pasikeis pusiausvyra? (Ats.: II lėkštelė pakils.)

3. Ant svarstyklių yra 2 pusiausviros stiklinės su NaOH. Į I stiklinę įmetėme 13 g Zn. Kiek Al reikia įdėti į II stiklinę, kad atsikurtų pusiausvyra? (Ats.: 14,2 g.)

4. 15 g Ni plokštelė įleista į $AuCl_3$ tirpalą. Po kiek laiko jos svoris buvo 15,651 g. Kiek gramų Au sureagavo? (Ats.: 1,5 g.)

5. 1 g Cu plokštelė panardinta į $AgNO_3$ tirpalą. Po kurio laiko ji svėrė 1,1 g. Kiek gramų Ag išsiskyrė ant plokštelės? (Ats.: 0,142 g.)

6. Į $FeSO_4$ tirpalą panardinta 100 g Zn plokštelė. Po reakcijos ji svėrė 96,4 g. Kiek gramų $FeSO_4$ buvo tirpale? (Ats.: 60,8 g.)

7. Į $AgNO_3$ tirpalą panardinta Cu detalė. Po kurio laiko jos masė padidėjo 3,04 g. Kiek $AgNO_3$ dalyvavo reakcijoje? (Ats.: 6,8 g.)

8. 11,2 g Fe plokštelė laikoma 3,2 g $CuSO_4$ tirpalo. Kiek ji svėrė po reakcijos? (Ats.: 11,36 g.)

9. Į 200 g 0,63% koncentracijos $CuSO_4$ tirpalo įmerkta 10 g Fe plokštelė. Kokia plokštelės masė pasibaigus reakcijai? (Ats.: 10 g.)

Norint imtis spręsti mišriuosius (mišinių) uždavinius, reikia gerai mokėti teoriją ir būti įgudus spręsti įvairių tipų uždavinius.

1. Apskaičiuokite masę Zn^{2+} ir NO_3^- jonų, esančių 250 ml 0,1 M $Zn(NO_3)_2$ tirpalo.

Sprendimas

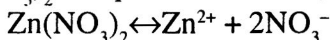
Duota: $V(Zn(NO_3)_2) = 250$ ml; $M(Zn(NO_3)_2) = 189$ g/mol;
$c(Zn(NO_3)_2) = 0,1$ M; $M(Zn) = 65$ g/mol; $M(NO_3^-) = 62$ g/mol.
Rasti: $m(Zn^{2+})$ ir $m(NO_3^-)$.

$$[c] = \text{mol/l};\ c = \frac{n}{V}$$

$$n(Zn(NO_3)_2) = c \cdot V = 0,1\ \text{mol/l} \cdot 0,25\ \text{l} = 0,025\ \text{mol}$$

$$n = \frac{m}{M} \qquad m = n \cdot M = 0,025\ \text{mol} \cdot 189\ \text{g/mol} = 4,725\ \text{g}$$

$Zn(NO_3)_2$ – stiprus elektrolitas, todėl visiškai disocijuoja.



$$Zn(NO_3)_2 \leftrightarrow Zn^{2+} + 2NO_3^-$$

$$n(Zn^{2+}) = n(Zn(NO_3)_2 = 0.025\ \text{mol}$$
$$n(NO_3^-) = 2 \cdot 0,025\ \text{mol} = 0.05\ \text{mol}$$

$$m(Zn^{2+}) = 65\ \text{g/mol} \cdot 0,025\ \text{mol} = 1,625\ \text{g}$$
$$m(NO_3^-) = 62\ \text{g/mol} \cdot 0,05\ \text{mol} = 3,1\ \text{g}$$

Atsakymas: 1,625 g Zn^{2+} ir 3,1 g NO_3^-.

2. Apskaičiuokite masę K^+ ir Cl^- jonų, esančių 500 ml 0,5 M KCl tirpalo.

Sprendimas

Duota: $V(KCl) = 500$ ml; $c(KCl) = 0,5$ M; $M(KCl) = 74,5$ g/mol;
$M(K^+) = 39$ g/mol; $M(Cl^-) = 35,5$ g/mol.
Rasti: $m(K^+)$; $m(Cl^-)$.

$$[c] = \text{mol/l}$$
$$n(KCl) = 0,5\ \text{mol/l} \cdot 0,5\ \text{l} = 0,25\ \text{mol}$$
$$m(KCl) = M \cdot n = 74,5\ \text{g/mol} \cdot 0,25\ \text{mol} = 18,6\ \text{g}$$



$n(KCl) = n(K^+) = n(Cl^-) = 0{,}25$ mol

$m(K^+) = n \cdot M = 0{,}25 \text{ mol} \cdot 39 \text{ g/mol} = 9{,}75 \text{ g}$

$m(Cl^-) = n \cdot M = 0{,}25 \text{ mol} \cdot 35{,}5 \text{ g/mol} = 8{,}87 \text{ g}$

Atsakymas: K^+ jonų masė yra 9,75 g; Cl^- jonų masė yra 8,87 g .

3. HCl 0,02 M tirpalo α = 92%. Raskite H^+ ir Cl^- jonų, esančių 0,5 l tirpalo, masę.

S p r e n d i m a s

Duota: c(HCl) = 0,02 M; α = 92%; V(tirpal.) = 0,5 l; $M(H^+)$ = 1 g/mol; $M(Cl^-)$ = 35,5 g/mol.

Rasti: $m(H^+)$; $m(Cl^-)$.

$$c = \frac{n}{V}$$

$n = c \cdot V = 0{,}02 \text{ mol/l} \cdot 0{,}5 \text{ l} = 0{,}01$ mol

α = 92% = 0,92

Jei disocijuoja ne visos molekulės, molių skaičių reikia dauginti iš α, tiek molekulių disocijavo.

n 0,01mol · 0,92 = 0,0092 mol

arba:

0,01 mol sudaro 100%

x mol ——— 92%

x = 0,0092 mol



$n(HCl) = n(H^+) = n(Cl^-) = 0{,}0092$ mol

$m(H^+) = 1 \text{ g/mol} \cdot 0{,}0092 = 0{,}0092 \text{ g}$

$m(Cl^-) = 35{,}5 \text{ g/mol} \cdot 0{,}0092 = 0{,}3 \text{ g}$

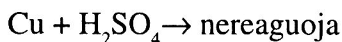
Atsakymas: tirpale esančių H^+ jonų masė yra 0,0092 g, Cl^- – 0,3 g.

4. 10 g Al ir Cu mišinio veikiant praskiesta H_2SO_4 su pertekliumi, išsiskyrė 6720 ml dujų. Raskite mišinio procentinę sudėtį.

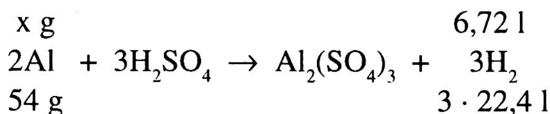
S p r e n d i m a s

Duota: m(mišinio) = 10 g; V(dujų) = 6720 ml; M(Al) = 54 g/mol.

Rasti: mišinio procentinę sudėtį.



$Cu + H_2SO_4 \rightarrow$ nereaguoja



$$\underset{54\ g}{\overset{x\ g}{2Al}} + 3H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + \underset{3 \cdot 22{,}4\ l}{\overset{6{,}72\ l}{3H_2}}$$

$$\frac{x}{54} = \frac{6{,}72}{67{,}2}$$

$x = 5{,}4$ g Al

Randame Cu masę:

10 g – 5,4 g = 4,6 g Cu

Apskaičiuojame procentinę mišinio sudėtį:

10 g —— 100%		10 g —— 100%	
5,4 g —— x%		4,6 g —— x%	
x = 54% Al		x = 46% Cu	

Atsakymas: mišinys sudarytas iš 54% Al ir 46% Cu.

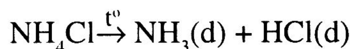
5. Iškaitinus 36,4 g NH_4Cl, NaCl, $NaHCO_3$ iki pastovios masės, sausa liekana buvo 22,3 g. Liekaną paveikus HCl su pertekliumi, išsiskyrė 0,1 mol dujų. Raskite NH_4Cl, NaCl, $NaHCO_3$, Na_2CO_3 masę.

S p r e n d i m a s

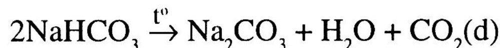
Duota: m(mišinio) = 36,4 g; m(sausos liekanos) = 22,3 g;

n(dujų) = 0,1 mol; $M(Na_2CO_3)$ = 106 g/mol.

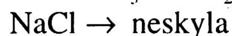
Rasti: $m(NH_4Cl)$, m(NaCl), $m(NaHCO_3)$, $m(Na_2CO_3)$.



$$NH_4Cl \xrightarrow{t^o} NH_3(d) + HCl(d)$$

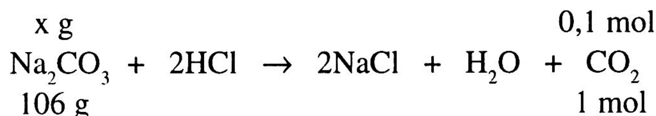


$$2NaHCO_3 \xrightarrow{t^o} Na_2CO_3 + H_2O + CO_2(d)$$



$NaCl \rightarrow$ neskyla

Iškaitinus liko Na_2CO_3 ir H_2O.



$$\underset{106\ g}{\overset{x\ g}{Na_2CO_3}} + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2O + \underset{1\ mol}{\overset{0{,}1\ mol}{CO_2}}$$

$$\frac{x}{106} = \frac{0{,}1}{1} \qquad x = 10{,}6\ g\ Na_2CO_3$$

Apskaičiuojame NaCl masę:

22,3 g – 10,6 g = 11,7 g

Apskaičiuojame NH_4Cl masę:

36,4 g – 22,3 g = 14,1 g

Apskaičiuojame $NaHCO_3$ masę:

36,4 g – 25,8 g = 10,6 g

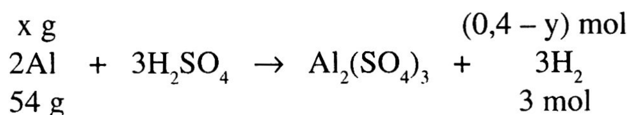
Atsakymas: mišinyje yra 10,6 g Na_2CO_3; 11,7 g NaCl; 14,1 g NH_4Cl; 10,6 g $NaHCO_3$.

6. 11 g Al ir Fe drožlių ištirpinus praskiestoje H_2SO_4, išsiskyrė 0,4 mol dujų. Nustatykite pradinę mišinio sudėtį procentais.

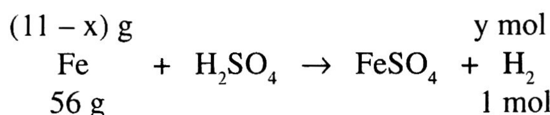
S p r e n d i m a s

Duota: m(mišinio) = 11 g; n(dujų) = 0,4 mol; M(Al) = 27 g/mol;
M(Fe) = 56 g/mol.

Rasti: pirminę mišinio sudėtį.



$$\underset{54\ g}{\overset{x\ g}{2Al}} + 3H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + \underset{3\ mol}{\overset{(0,4-y)\ mol}{3H_2}}$$



$$\underset{56\ g}{\overset{(11-x)\ g}{Fe}} + H_2SO_4 \rightarrow FeSO_4 + \underset{1\ mol}{\overset{y\ mol}{H_2}}$$

$$\frac{11-x}{56} = y \qquad \frac{x}{54} = \frac{2}{5} - \frac{11-x}{56}$$

$$56y = 11 - x \qquad 280x = 3078 - 270x$$

$$y = \frac{11-x}{56} \qquad x = 5{,}6\ g\ Al$$

Apskaičiuojame Fe kiekį:

11 g – 5,6 g = 5,4 g

$$y = \frac{11-5{,}6}{56} = 0{,}1\ mol$$

Apskaičiuojame Fe procentinį kiekį:

11 g —— 100%

5,4 g —— x%

x = 49,1%

Apskaičiuojame Al procentinį kiekį:

100% – 49,1% = 50,9%

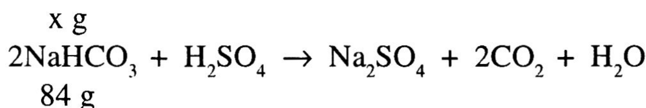
Atsakymas: mišinys yra sudarytas iš 49,1% Fe ir 50,9% Al.

7. 6,85 g geriamosios ($NaHCO_3$) ir kalcinuotos (Na_2CO_3) sodos mišinio veikiant H_2SO_4 su pertekliumi gautos dujos buvo absorbuotos kalkiniu vandeniu ir susidarė 7,5 g nuosėdų. Kokia pradinio mišinio sudėtis procentais?

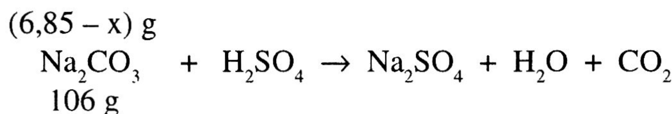
Sprendimas

Duota: m(mišinio) = 6,85 g; m(nuosėdų) = 7,5 g; $M(CaCO_3)$ = 100 g/mol; $M(NaHCO_3)$ = 84 g/mol; $M(Na_2CO_3)$ = 106 g/mol.

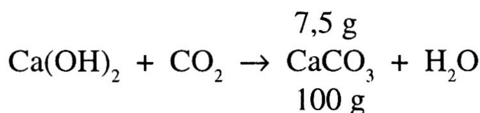
Rasti: procentinę mišinio sudėtį.



$$\underset{84\ g}{\overset{x\ g}{2NaHCO_3}} + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2CO_2 + H_2O$$



$$\underset{106\ g}{\overset{(6,85 - x)\ g}{Na_2CO_3}} + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O + CO_2$$



$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow \underset{100\ g}{\overset{7,5\ g}{CaCO_3}} + H_2O$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{7,5\ g}{100\ g/mol} = 0,075\ mol\ CaCO_3$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{x\ g}{84\ g/mol}\ NaHCO_3,\ tai\ ir\ CO_2$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{(6,85 - x)g}{106\ g/mol}\ Na_2CO_3,\ tai\ ir\ CO_2$$

$$\frac{x}{84} + \frac{6,85 - x}{106} = 0,075$$

$x = 4,2$ g $NaHCO_3$

6,85 g – 4,2 g = 2,65 g Na_2CO_3

Apskaičiuojame $NaHCO_3$ procentinį kiekį mišinyje:

6,85 g —— 100%

4,2 g —— x%

x = 61,3%

Apskaičiuojame Na_2CO_3 procentinį kiekį mišinyje:

$$6{,}85\ g \text{ —— } 100\%$$
$$2{,}65\ g \text{ —— } x\%$$
$$x = 38{,}7\%$$

Atskaymas: mišinio sudėtis yra 61,3% $NaHCO_3$ ir 38,7% Na_2CO_3.

8. Sudeginus 2 g C ir S mišinio, susidarė 6 g SO_2 ir CO_2 mišinio. Kiek gramų C buvo mišinyje?

S p r e n d i m a s

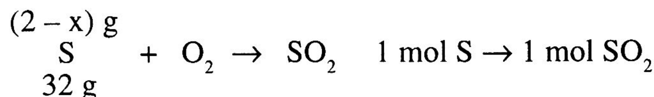
Duota: m(mišinio) = 2 g; m^{I}(mišinio) = 6 g; M(C) = 12 g/mol; $M(CO_2)$ = 44 g/mol; $M(SO_2)$ = 64 g/mol; M(S) = 32 g/mol.

Rasti: m(C).



$$\overset{x\ g}{\underset{12\ g}{C}} + O_2 \rightarrow CO_2 \qquad 1\ mol\ C \rightarrow 1\ mol\ CO_2$$

$$n = \frac{m}{M} \qquad n(C) = \frac{x}{12\ mol},\ \text{tai ir } n(CO_2) = \frac{x}{12\ mol}$$



$$\overset{(2-x)\ g}{\underset{32\ g}{S}} + O_2 \rightarrow SO_2 \qquad 1\ mol\ S \rightarrow 1\ mol\ SO_2$$

$$n = \frac{m}{M} \qquad n(S) = \frac{2-x}{32},\ \text{tai ir: } n(SO_2) = \frac{2-x}{32}$$

Apskaičiuojame C masę mišinyje:

$$\frac{x}{12 \cdot 44} + \frac{(2-x)}{32 \cdot 64} = 6$$

$$x = 1{,}2\ g$$

Atsakymas: mišinyje buvo 1,2 g C.

9. Mišinys iš 3 mol Cl_2 ir 1 mol H_2 apšvitintas ultravioletiniais spinduliais uždarame inde. Po kurio laiko Cl_2 kiekis mišinyje sumažėjo 20%. Raskite mišinio sudėtį procentais (pagal tūrius).

S p r e n d i m a s

Duota: $n(Cl_2)$ = 3 mol; $n(H_2)$ = 1 mol.

Rasti: mišinio sudėtį procentais.

3 mol sudaro 100%
x mol —— 20%
x = 0,6 mol Cl_2

Liko:

3 mol – 0,6 mol = 2,4 mol

arba:

$n = \frac{V}{V_m}$ $V = n \cdot V_m = 2{,}4 \text{ mol} \cdot 22{,}4 \text{ mol/l} = 53{,}76 \text{ l } Cl_2$

$$\begin{array}{cccc} 0{,}6 \text{ mol} & & & x \text{ mol} \\ Cl_2 & + H_2 & \rightarrow & 2HCl \\ 1 \text{ mol} & & & 2 \text{ mol} \end{array}$$

Iš lygties matome:

1 mol Cl_2 reaguoja su 1 mol H_2
0,6 mol ——— su 0,6 mol H_2

Liko:

1 mol – 0,6 mol = 0,4 mol H_2

arba:

$n = \frac{V}{V_m}$ $V = n \cdot V_m = 0{,}4 \text{ mol} \cdot 22{,}4 \text{ mol/l} = 8{,}96 \text{ l } H_2$

Apskaičiuojame HCl kiekį:

$\frac{0{,}6}{1} = \frac{x}{2}$ x = 1,2 mol HCl

arba

$V = n \cdot V_m = 1{,}2 \text{ mol} \cdot 22{,}4 \text{ mol/l} = 26{,}88 \text{ l HCl}$

Apskaičiuojame viso mišinio tūrį:

26,88 l + 8,96 l + 53,76 l = 89,6

Apskaičiuojame Cl_2 procentinį kiekį:

$$\frac{53{,}76 \text{ g}}{89{,}6 \text{ g}} \cdot 100\% = 60\%$$

Apskaičiuojame H_2 procentinį kiekį:

$$\frac{8{,}96 \text{ g}}{89{,}6 \text{ g}} \cdot 100\% = 10\%$$

Apskaičiuojame HCl procentinį kiekį:

$$\frac{26{,}88 \text{ g}}{89{,}6 \text{ g}} \cdot 100\% = 30\%$$

Atsakymas: mišinio sudėtis yra 60% Cl_2; 10% H_2; 30% HCl.

10. Cu ir Fe miltelių mišinį, kuriame yra 30% Fe, paveikėme 20% koncentracijos HCl (ρ = 1,1 g/cm^3). Raskite panaudoto reakcijai mišinio masę, jei reakcijos metu išsiskyrė 224 ml H_2. Kiek mililitrų HCl sureagavo?

S p r e n d i m a s

Duota: ω (Fe) = 30%; ω (HCl) = 20%; ρ(HCl) = 1,1 g/cm^3;
$V(H_2)$ = 224 ml; M(Fe) = 56 g/mol; M(HCl) = 73 g/mol.
Rasti: V(HCl).

Cu + HCl→ nereaguoja

$$\underset{56\ g}{\overset{x\ g}{Fe}} + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + \underset{22{,}4\ l}{\overset{0{,}224\ l}{H_2}}$$

$$\frac{x}{56} = \frac{0{,}224}{22{,}4} \qquad x = 0{,}056\ g\ Fe$$

0,056 g sudaro 30%
x g —— 100%
x = 0,187 g

0,187 g mišinio yra (0,187 g – 0,056 g) = 0,131 g Cu

Fe ištirpinti HCl reikės:

$$\frac{0{,}056}{56} = \frac{x}{73} \qquad x = 0{,}073\ g\ HCl$$

$$\omega = \frac{m_m \cdot 100\%}{m_t}$$

$$20\% = \frac{0{,}073\ g \cdot 100\%}{x\ g} \qquad x = 0{,}365\ g\ 20\%\ HCl$$

$$V = \frac{m}{\rho}$$

1 ml = 1 cm^3

$$V = \frac{0{,}365\ g}{1{,}1\ g/cm^3} = 0{,}332\ cm^3\ 20\%\ HCl,\ arba\ 0{,}332\ ml$$

Atsakymas: mišinio masė yra 0,187 g; HCl sureagavo 0,332 ml.

11. NaOH veikiant 13 g Fe, Cu ir Al mišinio, išsiskyrė 6,72 l dujų, o veikiant HCl – 8,96 l dujų. Raskite mišinio kiekybinę sudėtį.

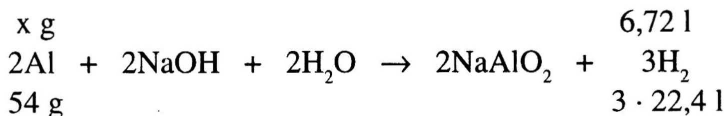
S p r e n d i m a s

Duota: m(mišinio) = 13 g; V(dujų) = 6,72 l; V'(dujų) = 8,96 l;
M(Al) = 27 g/mol; M(Fe) = 56 g/mol.

Rasti: mišinio kiekybinę sudėtį.

Fe + NaOH → nereaguoja

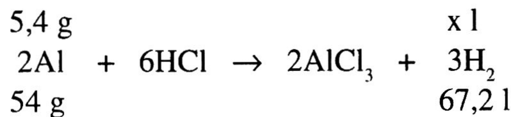
Cu + NaOH → nereaguoja



$$\underset{54\ g}{\overset{x\ g}{2Al}} + 2NaOH + 2H_2O \rightarrow 2NaAlO_2 + \underset{3 \cdot 22,4\ l}{\overset{6,72\ l}{3H_2}}$$

$$\frac{x}{54} = \frac{6,72}{67,2} \qquad x = 5,4\ g\ Al$$

Cu + HCl → nereaguoja

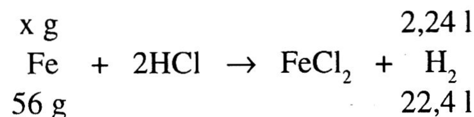


$$\underset{54\ g}{\overset{5,4\ g}{2Al}} + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + \underset{67,2\ l}{\overset{x\ l}{3H_2}}$$

$$\frac{5,4}{54} = \frac{x}{67,2} \qquad x = 6,72\ l\ H_2$$

Iš viso išsiskyrė 8,96 l dujų, tai liko:

8,96 l – 6,72 l = 2,24 l



$$\underset{56\ g}{\overset{x\ g}{Fe}} + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + \underset{22,4\ l}{\overset{2,24\ l}{H_2}}$$

$$\frac{x}{56} = \frac{2,24}{22,4} \qquad x = 5,6\ g\ Fe$$

Apskaičiuojame Cu masę:

13 g – (5,4 g + 5,6 g) = 2 g

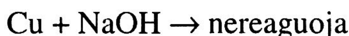
Atsakymas: mišinys sudarytas iš 2 g Cu; 5,6 g Fe; 5,4 g Al.

12. Šarmu su pertekliumi paveiktas 1 g Cu ir Al lydinio. Liekana perplauta, ištirpinta koncentruotoje HNO_3, tirpalas išgarintas, liekana iškaitinta. Naujos liekanos masė yra lygi 0,4 g. Nustatykite lydinio procentinę sudėtį.

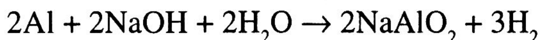
S p r e n d i m a s

Duota: m(mišinio) = 1 g; m(liekanos) = 0,4 g; M(Cu) = 64 g/mol;
M(CuO) = 80 g/mol.

Rasti: lydinio procentinę sudėtį.



$Cu + NaOH \rightarrow$ nereaguoja



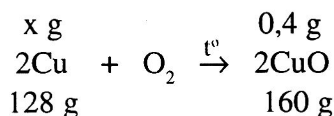
$2Al + 2NaOH + 2H_2O \rightarrow 2NaAlO_2 + 3H_2$



$Cu + 4HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$



$2Cu(NO_3)_2 \xrightarrow{t^\circ} 2CuO + 4NO_2 + O_2$



$$\underset{128\ g}{\overset{x\ g}{2Cu}} + O_2 \xrightarrow{t^\circ} \underset{160\ g}{\overset{0,4\ g}{2CuO}}$$

$$\frac{x}{128} = \frac{0,4}{160} \qquad x = 0,32 \text{ g Cu}$$

Apskaičiuojame Al masę:

1 g – 0,32 g = 0,68 g

Apskaičiuojame procentinį Cu kiekį mišinyje:

$$\frac{0,32\ g \cdot 100\%}{1\ g} = 32\%$$

Apskaičiuojame procentinį Al kiekį mišinyje:

$$\frac{0,68\ g \cdot 100\%}{1\ g} = 68\%$$

Atsakymas: lydinys yra sudarytas iš 32% Cu, 68% Al.

13. 12 l dujų mišinio, susidedančio iš NH_3 ir CO_2, masė yra 18 g. Kiek litrų kiekvienų dujų yra mišinyje?

S p r e n d i m a s

Duota: V(mišinio) = 12 l; m(mišinio) = 18 g; $M(NH_3)$ = 17 g/mol;
$M(CO_2)$ = 44 g/mol.

Rasti: V(kiekvienų dujų).

$$\frac{V}{V_m} = \frac{m}{M} \quad V = \frac{V_m \cdot m}{M}$$

$V(NH_3) = (12 - x)$ l $\qquad V(CO_2) = x$ l

$m(NH_3) = (18 - y)$ g $\qquad m(CO_2) = y$ g

$$V(NH_3) = \frac{22{,}4\ (18 - y)}{17}$$

$$12 - x = \frac{403 - 22{,}4y}{17}$$

$$403{,}2 - 22{,}4y = 204 - 17x$$

$$-22{,}4y = 204 - 403{,}2 - 17x$$

$$-22{,}4y = -199{,}2 - 17x$$

$$y = \frac{199{,}2 + 17x}{22{,}4}$$

$$\frac{V(CO_2)}{V_m} = \frac{m(CO_2)}{M(CO_2)}$$

$$V(CO_2) = \frac{m(CO_2) \cdot V_m}{M(CO_2)}$$

$$V(CO_2) = \frac{22{,}4y}{44}$$

$$x = 0{,}51y \quad y = \frac{199{,}2 + 17\ (0{,}51y)}{22{,}4}$$

$y = 14{,}5$ g CO_2

$m(NH_3) = 18 - 14{,}5 = 3{,}5$ g

$$V(NH_3) = \frac{V_m \cdot m}{M} = \frac{22{,}4 \cdot 3{,}5}{17} = 4{,}6 \text{ l}$$

$12 - x = 4{,}6$

$x = 7{,}4$ l

Turime x mol NH_3; y mol CO_2

$$n = \frac{V}{V_m} = \frac{12}{22{,}4} = 0{,}54 \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{M} \qquad m = n \cdot M$$

$m(NH_3) = 17$ x $\qquad m(CO_2) = 44$ y

$x + y = 0{,}54$

$17x + 44y = 18$

$x = 0,54 - y$

$17(0,54 - y) + 44y = 18$

$9,18 - 17y + 44y = 18$

$27y = 8,82$

$y = 0,33$ mol CO_2

$$n(CO_2) = \frac{V}{V_m}$$

$V = n \cdot V_m = 0,33 \cdot 22,4 = 7,4$ l

Apskaičiuojame NH_3 tūrį:

12 l – 7,4 l = 4,6 l

Atsakymas: mišinyje yra 7,4 l CO_2 ir 4,6 l NH_3.

14. Apskaičiuokite SO_2 ir O_2 mišinio procentinę sudėtį, jei iš 200 ml šio mišinio susidarė 0,438 g SO_3. SO_2 šioje reakcijoje sureagavo visiškai.

S p r e n d i m a s

Duota: V(mišinio) = 200 ml; $m(SO_3)$ = 0,438 g; $M(SO_3)$ = 80 g/mol.
Rasti: mišinio procentinę sudėtį.

$$\underset{44,8\ l}{\overset{x\ l}{2SO_2}} + 3O_2 \rightarrow \underset{160\ g}{\overset{0,438\ g}{2SO_3}}$$

$$\frac{x}{44,8} = \frac{0,438}{160} \qquad x = 0,12264\ l$$

Apskaičiuojame O_2 tūrį:

0,2 l – 0,12264 l = 0,07736 l

Apskaičiuojame SO_2 procentinį kiekį mišinyje:

0,2 l —— 100%
0,12264 l —— x%
x = 61,32%

Apskaičiuojame O_2 procentinį kiekį mišinyje:

100% – 61,32% = 38,68%

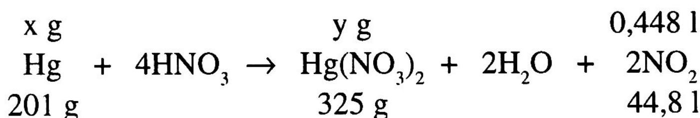
Atsakymas: mišinys sudarytas iš 61,32% SO_2; 38,68% O_2.

15. 8,52 g Hg ir HgO mišinio ištirpinus koncentruotoje HNO_3, išsiskyrė 448 ml dujų. Raskite pradinio mišinio masių sudėtį bei kiek $Hg(NO_3)_2$ susidarė tirpale.

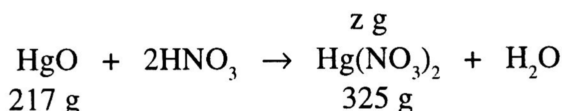
S p r e n d i m a s

Duota: m(mišinio) = 8,52 g; V(dujų) = 448 l; M(Hg) = 201 g/mol; M(HgO) = 217 g/mol; $M(Hg(NO_3)_2)$ = 325 g/mol.

Rasti: pradinio mišinio masių sudėtį; $m(Hg(NO_3)_2)$.



$$\underset{201\ \text{g}}{\overset{x\ \text{g}}{Hg}} + 4HNO_3 \rightarrow \underset{325\ \text{g}}{\overset{y\ \text{g}}{Hg(NO_3)_2}} + 2H_2O + \underset{44{,}8\ \text{l}}{\overset{0{,}448\ \text{l}}{2NO_2}}$$



$$\underset{217\ \text{g}}{HgO} + 2HNO_3 \rightarrow \underset{325\ \text{g}}{\overset{z\ \text{g}}{Hg(NO_3)_2}} + H_2O$$

Apskaičiuojame Hg masę:

$$\frac{x}{201} = \frac{0{,}448}{44{,}8} \qquad x = 2{,}01\ \text{g}$$

Apskaičiuojame HgO masę:

8,52 g – 2,01 g = 6,51 g

Apskaičiuojame $Hg(NO_3)_2$ masę:

$$\frac{2{,}01}{201} = \frac{y}{325} \qquad y = 3{,}25\ \text{g}$$

$$\frac{6{,}51}{217} = \frac{z}{325} \qquad z = 9{,}75\ \text{g}$$

Iš viso $Hg(NO_3)_2$:

y + z = 3,25 g + 9,75 g = 13 g

Atsakymas: mišinys sudarytas iš 2,01 g Hg; 6,51 g HgO; tirpale susidarė 13 g $Hg(NO_3)_2$.

Savikontrolės uždaviniai

1. 3 g Al ir Fe mišinio reaguojant su NaOH su pertekliumi, išsiskyrė 1344 ml dujų. Apskaičiuokite procentinę mišinio sudėtį. (Ats.: 36% Al; 64% Fe.)

2. 146 g Na_2CO_3 ir $NaHCO_3$ mišinio buvo kaitinama, kol nustojo mažėti masė. Iškaitintas likutis svėrė 137 g. Kiek procentų Na_2CO_3 buvo mišinyje? (Ats.: 83,29% Na_2CO_3.)

3. Acto rūgšties 0,1 M tirpalo $\alpha = 1,3\%$. Kiek gramų H^+ yra 1 l šio tirpalo? (Ats.: $1,3 \cdot 10^{-3}$ g H^+.)

4. 12,9 g Cu ir Zn mišinio paveikus HCl su pertekliumi išsiskyrė 2,24 l dujų. Kiek gramų Cu ir Zn buvo? (Ats.: 6,5 g Zn; 6,4 g Cu.)

5. 31 g $Ca(OH)_2$, $CaCO_3$, $CaSO_4$ paveikus HCl, išsiskyrė 2,24 l dujų. Liko 13,6 g kietos medžiagos. Raskite mišinio sudėtį. (Ats.: 10 g $CaCO_3$; 7,4 g $Ca(OH)_2$; 13,6 g $CaSO_4$.)

6. 6 g S ir Si mišinio paveikta koncentruota H_2SO_4 ir išsiskyrusios dujos praleistos pro H_2S vandenį. Iškrito 28,8 g nuosėdų. Nustatykite mišinio sudėtį. (Ats.: 3,2 g S ir 2,8 g Si.)

Tirpumas – tai medžiagos savybė ištirpti tam tikrame tirpiklio kiekyje. Tirpumo matas yra sotaus tirpalo koncentracija.

Tirpumo skaitinis matas yra tirpumo koeficientas. Jis priklauso nuo tirpiklio ir tirpinamos medžiagos (tirpinio) prigimties, temperatūros bei slėgio.

Tirpumu vadinamas tas didžiausias medžiagos gramų kiekis, kuris gali ištirpti 100 g tirpiklio, esant tam tikrai temperatūrai, arba medžiagos molių kiekis, esantis 1 l tirpalo.

Daugelio kietų medžiagų tirpumas keliant temperatūrą didėja. Kai kietųjų medžiagų tirpumas kaitinant labai padidėja, iš gauto prisotinto tirpalo, jį atšaldžius, išsiskiria tų medžiagų kristalų.

Pavyzdys

100 g vandens, esant 80°C, ištirpo 170 g KNO_3. Kiek gramų kristalų išsiskiria atvėsinus tirpalą iki 30°C?

Sprendimas

Iš medžiagų tirpumo grafiko (20 lentelė) matome, kad KNO_3 tirpumas esant 30°C yra 50 g.

Taigi, atvėsus tirpalui, kristalų išsiskirs:
170 g – 50 g = 120 g

Atsakymas: 120 g.

♦ ♦ ♦

Tirpalai, negalintys ištirpinti papildomos tirpinamos medžiagos porcijos esant tam tikrai temperatūrai bei slėgiui, vadinami **prisotintais**, o tirpalai, kuriuose galima ištirpinti papildomą tirpinamos medžiagos porciją, vadinami **neprisotintais.** Prisotintas aukštesnėje temperatūroje tirpalas atsargiai atšaldomas iki kambario temperatūros ir jei kristalų nesusidaro, gaunamas **persotintas** tirpalas.

Dujų tirpumas pakėlus temperatūrą mažėja. Kietų bei skystų medžiagų tirpumas pakėlus temperatūrą didėja. Tačiau yra ir išimčių, pvz., gipsas.

Kintant slėgiui, kietų bei skystų medžiagų tirpumas keičiasi nedaug, o dujų – labai. Jei dujų tirpumas išreiškiamas ne gramais, bet skaičiumi dujų

tūrių, tirpstančių 1 tirpiklio tūryje, tai dujų tirpumas tūrio vienetais nepriklauso nuo slėgio. Tirpstant dujų mišiniams, kiekvienos dujos tirpsta taip, tarsi nebūtų kitų dujų.

Dujų tirpumas druskų tirpaluose daug mažesnis nei jų tirpumas vandenyje.

Uždaviniai

1. NH_4Cl tirpumo koeficientas esant 15°C yra 35 g. Raskite NH_4Cl masės dalį procentais prisotintame tirpale esant 15°C.

Sprendimas

Duota: tirpal. koef.(15°C) = 35 g; $m(NH_4Cl)$ = 35 g.
Rasti: ω.

Tirpumo koeficientas parodo, kad esant 15°C 100 g vandens ištirpsta 35 g NH_4Cl.

m(tirpal.) = m(vandens) + $m(NH_4Cl)$ = 100 g + 35 g = 135 g tirpalo

Apskaičiuojame ω:

$$\omega = \frac{m(medž.) \cdot 100\%}{m(tirpal.)} \qquad \omega = \frac{35\ \text{g} \cdot 100\%}{135\ \text{g}} = 25{,}9\%$$

Atsakymas: NH_4Cl masės dalis yra 25,9%.

2. $CuCl_2$ masės dalis tirpale esant 20°C yra 42,7%. Koks yra tirpumo koeficientas?

Sprendimas

Duota: ω ($CuCl_2$)= 42,7%.
Rasti: tirp. koef.

$$\omega = \frac{m(medž.) \cdot 100\%}{m(medž.) + m(vandens)}$$

$$42{,}7\% = \frac{m(\text{medž.}) \cdot 100\%}{m(\text{medž.}) + 100\ \text{g}}$$

m(medž.) = 74,5 g

Atsakymas: tirpumo koeficientas yra 74,5 g.

3. Esant 20°C 50 g vandens ištirpo 18,1 g $MgSO_4$. Apskaičiuokite $MgSO_4$ masės dalį procentais tirpale.

Sprendimas

Duota: $M(H_2O)$ = 50 g; $m(MgSO_4)$ = 18,1 g.
Rasti: ω.

$$\omega = \frac{m(medž.) \cdot 100\%}{m(tirpal.)}$$

m(tirpal.) = 50 g + 18,1 g = 68,1 g

$$\omega = \frac{18,1 g \cdot 100\%}{68,1 g} = 26,58\%$$

Atsakymas: $MgSO_4$ masės dalis yra 26,58%.

4. Esant 60°C, prisotintame $MgCl_2$ tirpale yra 37,7% $MgCl_2$. Tirpumą išreikškite procentais 100 g tirpiklio atžvilgiu.

Sprendimas

Duota: ω ($MgCl_2$) = 37,7%.
Rasti: tirpumą.

Apskaičiuojame H_2O masę:

100 g tirpalo – 37,7 g medž. = 62,3 g vandens

62,3 g vandens —— 37,7 g medž.
100 g —— x g
x = 60,5 g medž.

Apskaičiuojame tirpumą:

60,5 g —— x%
100 g —— 100%
x = 60,5%

Atsakymas: tirpumas yra 60,5%.

5. Iš 12,86 g prisotinto esant 15°C $BaCl_2$ tirpalo, išgarinus vandenį, gauta 4,11 g $BaCl_2 \cdot 2H_2O$. Koks $BaCl_2$ tirpumas esant 15°C?

S p r e n d i m a s

Duota: m(tirpal.) = 12,86 g; $m(BaCl_2 \cdot 2H_2O)$ = 4,11 g;
$M(BaCl_2 \cdot 2H_2O)$ = 244 g/mol; $M(BaCl_2)$ = 208 g/mol.
Rasti: $BaCl_2$ tirpumą.

Reikia apskaičiuoti bendrą $m(H_2O)$ bei $m(BaCl_2)$ sočiame tirpale:

4,11 g   8,75 g
$BaCl_2 \cdot 2H_2O + H_2O$

$m(H_2O)$ = 12,86 g – 4,11 g = 8,75 g

244 g —— 208 g $BaCl_2$
4,11 g —— x g .
x = 3,5 g $BaCl_2$

Apskaičiuojame m(vandens), esančio kristalohidrate:
4,11 g – 3,5 g = 0,61 g vandens

Iš viso vandens kiekis:
8,75 g + 0,61 g = 9,36 g

Apskaičiuojame tirpumą:
9,36 g H_2O ištirpsta 3,5 g $BaCl_2$
100 g ——— x g
x = 37,4 g

Atsakymas: $BaCl_2$ tirpumas yra 37,4 g.

6. 84 g $SrCl_2 \cdot 6H_2O$ ištirpinti esant 15°C reikia 100 g H_2O. Koks yra bevandenio $SrCl_2$ tirpumas?

S p r e n d i m a s

Duota: $M(SrCl_2)$ = 159 g/mol; $M(SrCl_2 \cdot 6H_2O)$ = 267 g/mol;
$m(SrCl_2 \cdot 6H_2O)$ = 84 g.
Rasti: $SrCl_2$ tirpumą.

84 g   100 g
$SrCl_2 \cdot 6H_2O + H_2O$

267 g $SrCl_2 \cdot 6H_2O$ yra 159 g $SrCl_2$
84 g — x g
x = 50 g $SrCl_2$

Apskaičiuojame kristalizacinio vandens kiekį:

84 g – 50 g = 34 g

Iš viso vandens buvo:

100 g + 34 g = 134 g

Apskaičiuojame tirpumą:

134 g H_2O ištirpsta 50 g $SrCl_2$
100 g ——— x g
x = 37,3 g $SrCl_2$

Atsakymas: $SrCl_2$ tirpumas 15°C temperatūroje yra 37,3 g.

7. 200 g sotaus (10°C) tirpalo yra 52,6 g NaCl. Koks NaCl tirpumas 10°C vandenyje? Kiek NaCl galima ištirpinti 200 g 10°C vandens?

S p r e n d i m a s

Duota: *m*(NaCl) = 52,6 g; *m*(tirpal.) = 200 g; *m*(H_2O) = 200 g.
Rasti: NaCl tirpumą; *m*(NaCl).

Apskaičiuojame *m*(H_2O):

m(vand.)= m(tirpal.) – m(druskos) = 200 g – 52,6 g = 147,4 g H_2O

Apskaičiuojame NaCl tirpumą:

147,4 g vandens ištirpsta 52,6 g NaCl
100 g ———— x g
x = 35,7 g NaCl

Apskaičiuojame, kiek druskos ištirpsta 200 g vandens:

147,4 g vandens ištirpsta 52,6 g NaCl
200 g ———— x g
x = 71,4 g

Atsakymas: NaCl tirpumas (10°C) yra 35,7 g; ištirpsta 71,4 g druskos.

8. Kiek gramų KNO_3 yra 300 g prisotinto esant 20°C tirpalo, jei šios druskos tirpumas esant 20°C yra 32 g?

Sprendimas

Duota: m(tirpal.) = 300 g; $m(KNO_3)$ = 32 g.
Rasti: $m(KNO_3)$.

Apskaičiuojame sotaus tirpalo masę:

100 g vandens + 32 g KNO_3 = 132 g

Apskaičiuojame $m(KNO_3)$:

132 g —— 32 g KNO_3
300 g —— x g
x = 72,7 g KNO_3

Atsakymas: 300 g prisotinto esant 20°C tirpalo yra 72,7 g KNO_3.

9. 100 g vandens esant 20°C ištirpo 108,7 g NaOH. Kiek NaOH bei H_2O reikės, norint paruošti 40 g prisotinto šarmo tirpalo?

Sprendimas

Duota: m(NaOH) = 108,7 g; $m(H_2O)$ = 100 g.
Rasti: $m(H_2O)$ bei m(NaOH).

Apskaičiuojame tirpalo masę:

100 g H_2O + 108,7 g NaOH = 208,7 g tirpalo

Apskaičiuojame NaOH kiekį, esantį 40 g sotaus tirpalo:

208,7 g tirpalo —— 108,7 g NaOH
40 g —— x g
x = 20,8 g NaOH

Apskaičiuojame H_2O kiekį:

m(H_2O) = 40 g tirpalo – 20,8 g medžiagos = 19,2 g

Atsakymas: reikės 20,8 g NaOH bei 19,2 g H_2O.

10. $MnSO_4$ tirpumas 25°C vandenyje sudaro 39,3% tirpalo masės. Kiek gramų $MnSO_4$ galima ištirpinti 250 g H_2O?

Sprendimas

Duota: ω ($MnSO_4$) = 39,3%; $m(H_2O)$ = 250 g.
Rasti: $m(MnSO_4)$.

Apskaičiuojame H_2O kiekį:

100 g tirpalo – 39,3 g $MnSO_4$ = 60,7 g H_2O

Apskaičiuojame m($MnSO_4$):

60,7 g H_2O —— 39,3 g $MnSO_4$
250 g —— x g
x = 161,9 g

Atsakymas: galima ištirpinti 161,9 g $MnSO_4$.

11. $Cu(NO_3)_2$ tirpumas 60°C vandenyje yra 64,2%. Kokiame tūryje vandens reikia ištirpinti 500 g $Cu(NO_3)_2$, norint gauti prisotintą tirpalą?

Sprendimas

Duota: tirpumas($Cu(NO_3)_2$) = 64,2%; *m*($Cu(NO_3)_2$) = 500 g.
Rasti: V(H_2O).

Apskaičiuojame vandens kiekį:

100 g tirpalo – 64,2 g $Cu(NO_3)_2$ = 35,8 g H_2O

Apskaičiuojame reikalingą vandens tūrį:

35,8 g H_2O —— 64,2 g $Cu(NO_3)_2$
x g —— 500 g
x = 278,8 g arba ml H_2O (ρ H_2O = 1 g/cm^3)

Atsakymas: reikės imti 278,8 ml H_2O.

12. 500 g vandens ištirpo 300 g NH_4Cl. Kokia NH_4Cl masė išsiskirs iš tirpalo, atšaldžius jį iki 50°C, jei jo tirpumas esant 50°C yra 50 g?

Sprendimas

Duota: tirpal.(NH_4Cl) = 50 g, *m*(H_2O) = 500g; *m*(NH_4Cl) = 300 g.
Rasti: m(NH_4Cl kristalų).

100 g vandens ištirpsta 50 g NH_4Cl
500 g ———————— x g
x = 250 g NH_4Cl

300 g – 250 g = 50 g NH_4Cl

Atsakymas: išsiskirs 50 g NH_4Cl.

13. 100 g vandens esant 0°C ištirpinta 4,1 g NaF, o esant 40°C – 4,5 g. Kiek gramų NaF nuosėdų iškrinta, atšaldant 500 g tirpalo, prisotinto esant 40°C?

S p r e n d i m a s

Duota: m^1(NaF)(0°C) = 4,1 g; m^2(NaF)(40°C) = 4,5 g.
Rasti: m(NaF) nuosėdų.

Apskaičiuojame tirpalo masę esant 40°C:

$$m^2 = m(H_2O) + m(NaF) = 100\text{ g} + 4,5\text{ g} = 104,5\text{ g}$$

Apskaičiuojame tirpalo masę esant 0°C:

$$m^1 = 100\text{ g} + 4,1\text{ g} = 104,1\text{ g}$$

Apskaičiuojame nuosėdų masę tirpalą atšaldant:

$$104,5\text{ g} - 104,1\text{ g} = 0,4\text{ g}$$

Didinant pradinio tirpalo masę, nuosėdų masė proporcingai didėja.

$$\frac{m^1(\text{tirpal. esant aukštai temperatūrai})}{m^1(\text{atšaldant})} = \frac{m^2(\text{pradinio tirpal.})}{m^2(\text{nuosėdų})}$$

$$m^2(\text{nuosėdų}) = \frac{m^1(\text{atšaldant}) \cdot m^2(\text{prad. tirpal.})}{m^1(\text{tirpal. esant aukštai temperatūrai})}$$

$$m^2 = \frac{0,4\text{ g} \cdot 500\text{ g}}{104,5\text{ g}} = 1,91\text{g}$$

Atsakymas: iškrinta 1,91 g NaF nuosėdų.

14. Kiek gramų KNO_3 išsikristalizuos iš 105 g prisotinto 60°C tirpalo, jei jis bus atšaldytas iki 0°C? (100 g vandens esant 60°C ištirpsta 110 g KNO_3, o esant 0°C – 13 g KNO_3.)

S p r e n d i m a s

Duota: m(tirpal.) = 105 g; $m(KNO_3)$(60°C) = 110 g; $m(KNO_3)$(0°C) = 13 g.
Rasti: m(nuosėdų).

I būdas

Apskaičiuojame tirpalo masę:

100 g vandens + 110 g = 210 g tirpalo

Apskaičiuojame druskos masę:

210 g tirpalo turi 110 g druskos
105 g ——— x g
x = 55 g KNO_3

Apskaičiuojame vandens kiekį:

105 g – 55 g = 50 g vandens

Apskaičiuojame, kiek druskos lieka tirpale:

100 g vandens ištirpsta 13 g druskos
50 g ——— x g
x = 6,5 g KNO_3

Apskaičiuojame nuosėdų masę:

55 g – 6,5 g = 48,5 g KNO_3

II būdas

Apskaičiuojame tirpalo masę esant 60°C:

100 g vandens + 110 g KNO_3 = 220 g tirpalo

Apskaičiuojame tirpalo masę esant 0°C:

100 g vandens + 13 g KNO_3 = 113 g tirpalo

Apskaičiuojame, kiek atšaldant iškrenta nuosėdų:

220 g – 113 g = 107 g KNO_3

Apskaičiuojame nuosėdų masę:

$$m(nuos.) = \frac{m(nuos.\ atš.) \cdot m(prad.\ tirpal.)}{m(tirpal.\ esant\ aukštai\ temperatūrai)}$$

$$m(\text{nuos.}) = \frac{107\ \text{g} \cdot 105\ \text{g}}{220\ \text{g}} = 48{,}5\ \text{g}$$

Atsakymas: išsikristalizuos 48,5 g KNO_3.

15. Į 40,3 ml 37,8% HNO_3 (ρ = 1,24 g/cm³) šaldant atsargiai lašintas 33,6% KOH tirpalas, kol rūgštis buvo visiškai neutralizuota. Tirpalas atšaldytas iki 0°C. Kiek išsikristalizuos druskos, jeigu prisotintas tirpalas esant 0°C turi 11,6% druskos?

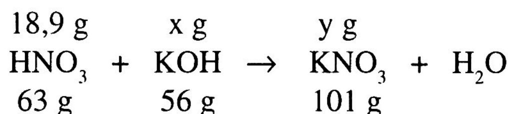
Sprendimas

Duota: $V(HNO_3) = 40{,}3$ ml; $\omega (HNO_3) = 37{,}8\%$; $M(HNO_3) = 63$ g/mol;
$M(KNO_3) = 101$ g/mol; $\omega (KOH) = 33{,}6\%$; $M(KOH) = 56$ g/mol;
$\rho(HNO_3) = 1{,}24$ g/cm^3.

Rasti: išsikristalizavusios druskos kiekį.

$$\omega = \frac{m(med\check{z}.) \cdot 100\%}{m(tirpal.)} \qquad m(med\check{z}.) = \frac{\omega \cdot m(tirpal.)}{100\%}$$

$$m(HNO_3) = \frac{37{,}8\% \cdot 50\ g}{100\%} = 18{,}9\ g\ HNO_3$$



$$\begin{array}{ccccccc} 18{,}9\ g & & x\ g & & y\ g & & \\ HNO_3 & + & KOH & \rightarrow & KNO_3 & + & H_2O \\ 63\ g & & 56\ g & & 101\ g & & \end{array}$$

$$n = \frac{m}{M}$$

$$n(HNO_3) = \frac{18{,}9\ g}{63\ g/mol} = 0{,}3\ mol, \text{ tai ir } n(KOH) = 0{,}3\ mol$$

$$m = n \cdot M$$

$$m(KOH) = 0{,}3\ mol \cdot 56\ g/mol = 16{,}8\ g$$

Apskaičiuojame KOH tirpalo masę:

$$m(tirpal.) = \frac{m(med\check{z}.) \cdot 100\%}{\omega}$$

$$m(tirpal.) = \frac{16{,}8\ g \cdot 100\%}{33{,}6\%} = 50\ g\ KOH\ tirpalo$$

Pagal lygtį:

$n(KOH) = n(KNO_3)$

$n(KNO_3) = 0{,}3$ mol

$m = n \cdot M$

$m(KNO_3) = 0{,}3\ mol \cdot 101\ g/mol = 30{,}3\ g$

100 g tirpalo yra 11,6 g medžiagos, todėl vandens kiekis yra:

100 g – 11,6 g = 88,4 g H_2O

Apskaičiuojame viso tirpalo masę:

50 g HNO_3 + 50 g KNO_3 = 100 g

Apskaičiuojame vandens kiekį:

100 g tirpalo – 30,3 g KNO_3 = 69,7 g H_2O

88,4 H_2O esant 0°C ištirpsta 11,6 g KNO_3
69,7 g ———————— x g
x = 9,15 g

Apskaičiuojame išsikristalizavusios druskos kiekį:

30,3 g – 9,15 g = 21,15 g KNO_3

Atsakymas: išsikristalizuos 21,15 g KNO_3.

16. Atšaldant 300 g 15% tirpalo, dalis medžiagos iškrito nuosėdomis ir medžiagos masės dalis tirpale pasidarė 8%. Kiek medžiagos nuosėdų iškrito?

Sprendimas

Duota: *m*(tirpal.) = 300 g; ω (tirpal.) = 15%.
Rasti: *m*(nuosėdų).

Apskaičiuojame druskos masę:

$$m(drusk.) = \frac{m(tirpal.) \cdot \omega}{100\%}$$

$$m(\text{drusk.}) = \frac{300\ \text{g} \cdot 15\%}{100\%} = 45\ \text{g druskos}$$

Atšaldant vandens liko:

300 g tirpalo – 45 g druskos = 255 g vandens

(8% – tai 8 g medžiagos ir 92 g vandens)

Apskaičiuojame druskos kiekį:

92 g vandens ištirpsta 8 g druskos
255 g vandens ——— x g
x = 22,2 g druskos

Nuosėdomis iškrinta:

45 g druskos – 22,2 g druskos = 22,8 g

Atsakymas: nuosėdomis iškrinta 22,8 g druskos.

Savikontrolės uždaviniai

1. $Pb(NO_3)_2$ tirpumas 100°C vandenyje yra 138,5 g. Kiek jo gali būti ištirpinta 750 g H_2O? (Ats.: 1039 g.)

2. H_2S tirpumas esant 0°C yra 4,62 ml 1 mililitre vandens. Koks H_2S masės dalies procentas bus gautame tirpale? (Ats.: 0,69%.)

3. Kiek gramų NaCl išsikristalizuoja iš 600 g tirpalo, prisotinto 80°C ir atšaldyto iki 0°C? (Esant 80°C 100 g vandens ištirpsta 38,05 g NaCl, o esant 0°C – 35,6 g.) (Ats.: 10,66 g NaCl.)

4. Raskite nuosėdų masę, gautą 70 g tirpalo atšaldžius nuo 50°C iki 10°C (100 g vandens esant 50°C ištirpsta 40 g druskos, o esant 10°C – 15 g druskos). (Ats.: 12,5 g.)

Vandens kietumas yra reiškiamas Ca^{2+} ir Mg^{2+} jonų bei jų druskų mg-ekv/l vandens. Vandens kietumas gali būti reiškiamas laipsniais, 1° = 10 mg CaO arba MgO 1 litre vandens.

Ekvivalentai skaičiuojami pagal formules.

Rūgšties ekvivalentinė masė randama, padalijus jos molinę masę iš bazingumo:

$$E(rūgšt.) = \frac{M(rūgšt.)}{bazingumo}$$

Bazės ekvivalentinė masė apskaičiuojama, padalijus jos molinę masę iš bazę sudarančio metalo valentingumo:

$$E(šarmo) = \frac{M(šarmo)}{OH^{-}\ grupių\ skaičiaus}$$

Druskos ekvivalentinė masė randama, padalijus jos molinę masę iš metalo valentingumo ir jo atomų skaičiaus molekulėje:

$$E(druskos) = \frac{M(druskos)}{metalo\ valentingumo \cdot indekso}$$

Uždaviniai

1. 6 l vandens yra 2 g $Ca(HCO_3)_2$. Apskaičiuokite vandens kietumą mg-ekv ir laipsniais.

Sprendimas

Duota: $M(Ca(HCO_3)_2)$ = 162 g/mol; $m(Ca(HCO_3)_2)$ = 2 g; $V(H_2O)$ = 6 l.
Rasti: vandens kietumą laipsniais ir mg-ekv.

$$E(Ca(HCO_3)_2) = \frac{162}{2} = 81 \text{ mg}$$

1 mg-ekv = 81g; 2 g = 2000 mg

6 l —— 2000 mg druskos
1 l —— x mg druskos
x = 333,3 mg (druskos kietumas)

Apskaičiuojame vandens kietumą mg-ekv:

$$\frac{333{,}3 \text{ mg}}{81\text{mg (1 mg-ekv)}} = 4{,}11 \text{ mg-ekv/l}$$

Apskaičiuojame vandens kietumo laipsnį:

1^{o} —— 10 mg
x^{o} —— 333,3 mg
x = $33{,}33^{o}$

Atsakymas: vandens kietumas yra 4,11 mg-ekv/l; $33{,}33^{o}$.

2. 10 l vandens yra 1,5 g $Mg(HCO_3)_2$) ir 0,6 g $CaCl_2$. Raskite vandens kietumą mg-ekv ir laipsniais.

S p r e n d i m a s

Duota: $V(H_2O)$ = 10 l; $m(Mg(HCO_3)_2)$ = 1,5 g; $M(Mg(HCO_3)_2)$ = 146 g/mol;
$m(CaCl_2)$ = 0,6 g; $M(CaCl_2)$ = 111 g/mol.
Rasti: vandens kietumą mg-ekv bei laipsniais.

$$E(Mg(HCO_3)_2) = \frac{146}{2} = 73 \text{ mg}$$

1 mg-ekv = 73 mg

10 l —— 1500 mg $Mg(HCO_3)_2$)
1 l —— x mg
x = 150 mg $Mg(HCO_3)_2$)

Apskaičiuojame $Mg(HCO_3)_2$) mg-ekv kiekį:

$$\frac{150 \text{ mg}}{73 \text{ mg (1 mg-ekv)}} = 2 \text{ mg-ekv}$$

Apskaičiuojame laipsnių kiekį:

1^{o} —— 10 mg
x^{o} —— 150 mg
x = 15^{o} $Mg(HCO_3)_2$)

Apskaičiuojame *E* $CaCl_2$ kiekį:

$$E\ (CaCl_2) = \frac{111}{2} = 55{,}5 \text{ mg}$$

1 mg-ekv = 55,5 mg

Apskaičiuojame $CaCl_2$ mg-ekv kiekį:

10 l —— 600 mg $CaCl_2$
1 l —— x mg
x = 60 mg $CaCl_2$

$$\frac{60 \text{ mg}}{55{,}5 \text{ mg (1 mg-ekv)}} = 1{,}1 \text{ mg-ekv } CaCl_2$$

Apskaičiuojame $CaCl_2$ laipsnių kiekį:

1° —— 10 mg
x° —— 60 mg
x = 6°

Apskaičiuojame vandens kietumą mg-ekv:

2 mg-ekv/l + 1,1 mg-ekv/l = 3,1 mg-ekv/l

Apskaičiuojame laipsnių kiekį:

15° + 6° = 21°

Atsakymas: vandens kietumas yra 3,1 mg-ekv/l; 21°.

3. Vandens kietumas 3°. Apskaičiuokite šį kietumą mg-ekv/l.

Sprendimas

Duota: M(CaO) = 56 mg/mol; H_2O kietumas = 3°.
Rasti: vandens kietumą mg-ekv/l.

Apskaičiuojame ekvivalentinį CaO kiekį:

$$E(\text{CaO}) = \frac{56}{2} = 28 \text{ mg}$$

1° = 10 mg
3° = 30 mg

1 mg-ekv/l yra 28 mg CaO
x — 30 mg
x = 1,07 mg-ekv/l

Atsakymas: vandens kietumas yra 1,07 mg-ekv/l.

4. H_2O yra laikomas minkštu, kai bendras jo kietumas yra lygus 4° – 8°. Kiek tai yra mg-ekv/l?

Sprendimas

Duota: vandens kietumas min = 4°; vandens kietumas max = 8°.
Rasti: mg-ekv/l.

Apskaičiuojame ekvivalentinį CaO kiekį:

$$E(CaO) = \frac{56}{2} = 28 \text{ mg, tai yra 1 mg-ekv}$$

$1^{\circ} = 10$ mg; $4^{\circ} = 40$ mg; $8^{\circ} = 80$ mg

Apskaičiuojame mg-ekv/l:

$$\frac{40 \text{ mg}}{28 \text{ mg (1 mg-ekv)}} = 1{,}43 \text{ mg-ekv/l}$$

$$\frac{80 \text{ mg}}{28 \text{ mg (1 mg-ekv)}} = 2{,}86 \text{ mg-ekv/l}$$

Atsakymas: 1,43–2,86 mg-ekv/l.

5. Kiek reikia pridėti $Ca(OH)_2$ į 1 m^3 H_2O, kurio kietumas yra 6 mg-ekv, norint jį suminkštinti?

Sprendimas

Duota: $M(Ca(OH)_2) = 74$ g/mol; $V(H_2O) = 1$ $m^3 = 1000$ l;
kietumas$(H_2O) = 6$ mg-ekv/l.
Rasti: $m(Ca(OH)_2$.

$Ca(OH)_2$ 1 mol masė yra 74 g

$Ca(OH)_2$ 1 mg-ekv masė yra $\frac{74}{2} = 37$ mg

Apskaičiuojame, kiek reikia $Ca(OH)_2$ 1 l H_2O suminkštinti:

1 mg-ekv $Ca(OH)_2$ —— 37 mg
6 —— x mg
x = 222 mg

1 $m^3 = 10^3$ l; vandeniui suminkštinti reikės $Ca(OH)_2$:

1 l H_2O —— 222 mg $Ca(OH)_2$
1000 l —— x mg $Ca(OH)_2$
x = 222 g $Ca(OH)_2$

Atsakymas: reikia pridėti 222 g $Ca(OH)_2$.

6. Vandens, kuriame ištirpęs tik $MgSO_4$, kietumas yra 7 mg-ekv/l. Kiek šios druskos yra 300 l vandens?

S p r e n d i m a s

Duota: kietumas = 7 mg-ekv/l; $V(H_2O)$ = 300 l; $M(MgSO_4)$ = 120 g/mol.
Rasti: $m(MgSO_4)$.

$$E(MgSO_4) = \frac{120}{2} = 60 \text{ mg, ir tai yra 1 mg-ekv/l}$$

Apskaičiuojame ištirpusios druskos kiekį:

$m(MgSO_4)$ = 60 mg (1 mg-ekv) · 7 mg-ekv/l = 420 mg

1 l —— 420 mg
300 l —— x mg
x = 126 000 mg = 126 g

Atsakymas: 300 l vandens yra 126 g $MgSO_4$.

7. Viename litre vandens yra 42 mg Mg^{2+} jonų ir 112 mg Ca^{2+} jonų. Apskaičiuokite bendrą vandens kietumą.

S p r e n d i m a s

Duota: $m(Mg^{2+})$ = 42 mg; $m(Ca^{2+})$ = 112 mg; $V(H_2O)$ = 1 l;
$M(Ca)$ = 40 mg/mol; $M(Mg)$ = 24 mg/mol.
Rasti: bendrą kietumą.

$$\text{Kietumas} = \frac{[Ca^{2+}]}{E(Ca)} + \frac{[Mg^{2+}]}{E(Mg)}$$

$[Ca^{2+}]$ – tai koncentracija, išreikšta mg/l.

$$E(Ca) = \frac{40}{2} = 20 \text{ mg}$$

$$E(Mg) = \frac{24}{2} = 12 \text{ mg}$$

$$\text{Kietumas} = \frac{42 \text{ mg}}{12 \text{ mg}} + \frac{112 \text{ mg}}{20 \text{ mg}} = 9{,}1 \text{ mg (mg-ekv/l)}$$

Atsakymas: bendras kietumas yra 9,1 mg-ekv/l.

8. Apskaičiuokite pastovų vandens kietumą, jei Ca^{2+} jonams pašalinti iš 50 l vandens buvo sunaudota 10,8 g $Na_2B_4O_7$.

Sprendimas

Duota: $V(H_2O)$ = 50 l; $m(Na_2B_4O_7)$ = 10,8 g; $M(Na_2B_4O_7)$ = 202 mg/mol.
Rasti: pastovų vandens kietumą.

$$E(Na_2B_4O_7) = \frac{202}{2} = 101 \text{ mg}$$

Apskaičiuojame bendrą vandens kietumą:

1 l —— x mg
50 l —— 10,8 g = 10 800 mg
x = 216 mg

1 mg-ekv/l —— 101 mg
x^1 —— 216 mg
x^1 = 2,14 mg-ekv/l

Atsakymas: pastovus vandens kietumas yra 2,14 mg-ekv/l.

9. 100 ml tiriamo vandens titruoti sunaudota 5 ml 0,1 N HCl. Koks bus laikinas vandens kietumas?

Sprendimas

Duota: $V(H_2O)$ = 100 ml; $V(HCl)$ = 5 ml.
Rasti: laikiną vandens kietumą.

100 ml (1 mg-ekv) vandens prilyginame 5 ml HCl:
0,12 g-ekv/l —————— x ml
x = 0,006 g-ekv/l = 6 mg-ekv/l

Atsakymas: laikinas vandens kietumas yra 6 mg-ekv/l.

10. 100 l vandens yra ištirpę 27,2 g $CaSO_4$ ir 48,6 g $Ca(HCO_3)_2$. Koks šio vandens bendras kietumas?

Sprendimas

Duota: $V(H_2O)$ = 100 l; $m(CaSO_4)$ = 27,2 g; $m(Ca(HCO_3)_2$ = 48,6 g;
$M(Ca(HCO_3)_2)$ = 162 mg/mol; $M(CaSO_4)$ = 136 mg/mol.
Rasti: bendrą kietumą.

$$E(CaSO_4) = \frac{136}{2} = 68 \text{ mg (1 mg-ekv/l)}$$

$$E(Ca(HCO_3)_2) = \frac{162}{2} = 81 \text{ mg (1 mg-ekv/l)}$$

100 l —— 27,2 g (27 200 mg)
1 l —— x mg
x = 272 mg

Kietumas ($CaSO_4$):

$$\frac{272 \text{ mg}}{68 \text{ mg}} = 4 \text{ mg (mg-ekv/l)}$$

Kietumas ($Ca(HCO_3)_2$):
100 l —— 48,6 g (48 600 mg)
1 l —— x^1 mg
x^1 = 486 mg

$$\text{Kietumas} = \frac{486 \text{ mg}}{81 \text{ mg}} = 5{,}8 \text{ mg-ekv/l}$$

Bendras kietumas = 5,8 mg + 4 mg = 9,8 mg (mg-ekv/l)

Atsakymas: bendras kietumas yra 9,8 mg-ekv/l.

Savikontrolės uždaviniai

1. Apskaičiuokite vandens kietumą mg-ekv/l bei laipsniais, jeigu 2 l H_2O yra 180 mg $MgCl_2$. (Ats.: 1,9 mg-ekv/l; 9°.)

2. Kiek reikia pridėti $Ca(OH)_2$ į 1000 l vandens, kad būtų galima pašalinti laikinąjį vandens kietumą, lygų 2,86 mg-ekv/l? (Ats.: 105,82 g $Ca(OH)_2$.)

3. Kiek gramų $Ca(OH)_2$ reikia pridėti į 275 ml vandens, kad būtų galima pašalinti 5,5 mg-ekv/l vandens kietumą? (Ats.: 56 g.)

4. Kiek $CaSO_4$ druskos yra 200 l vandens, kurio kietumas 8 mg-ekv/l? (Ats.: 108,8 g.)

Priemaišų uždaviniai

Gaminant cheminius produktus, naudojamas iškasenų mišinys, dažnai turintis ne tik grynos medžiagos, bet ir įvairių priemaišų. Šios priemaišos reikiamų produktų neduos, todėl sprendžiant uždavinius jų masę reikia atimti. Grynos medžiagos ar priemaišų masei rasti naudojame formules:

$$\omega(\textit{grynos medž.}) = \frac{m(\textit{grynos medž.}) \cdot 100\%}{m(\textit{mišinio})}$$

$$m(\textit{priemaišų}) = m(\textit{mišinio}) \cdot \omega(\textit{priemaišų})$$
$$m(\textit{grynos medž.}) = m(\textit{mišinio}) - m(\textit{priemaišų})$$

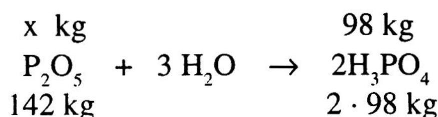
Uždaviniai

1. Apatituose vidutiniškai yra 40% P_2O_5. Kiek reikia tokio apatito, norint gauti 98 kg H_3PO_4?

Sprendimas

Duota: $\omega(P_2O_5) = 40\%$; $M(P_2O_5) = 142$ g/mol; $m(H_3PO_4) = 98$ kg; $M(H_3PO_4) = 98$ g/mol.

Rasti: m(apatito).



$$\underset{142\ \text{kg}}{\overset{x\ \text{kg}}{P_2O_5}} + 3\,H_2O \rightarrow \underset{2 \cdot 98\ \text{kg}}{\overset{98\ \text{kg}}{2H_3PO_4}}$$

$$n = \frac{m}{M} \qquad n(H_3PO_4) = \frac{98\ \text{kg}}{98\ \text{kg/kilomol}} = 1\ \text{kilomol},$$

$$\text{tai } n(P_2O_5) = \frac{1\ \text{mol}}{2} = 0{,}5\ \text{kilomol}$$

$$m = n \cdot M \qquad m(P_2O_5) = 0{,}5\ \text{kilomol} \cdot 142\ \text{kg/kilomol} = 71\ \text{kg}$$

100 kg	apatito yra	40 kg P_2O_5
x kg	———	71 kg P_2O_5

x = 177,5 kg apatito

Atsakymas: reikės 177,5 kg apatito.

2. 50 tonų fosforito rūdos turi 35% priemaišų. Raskite gryno $Ca_3(PO_4)_2$ bei priemaišų masę.

S p r e n d i m a s

Duota: m(rūdos) = 50 t.
Rasti: $m(Ca_3(PO_4)_2)$ bei m(priemaišų).

Gryno $Ca_3(PO_4)_2$ masės dalis rūdoje buvo:

$100\% - 35\% = 65\%$, arba 0,65

m(priemaišų) $= 50\ t \cdot 0{,}35 = 17{,}5\ t$

$m(Ca_3(PO_4)_2) = 50\ t \cdot 0{,}65 = 32{,}5\ t$

arba:

$m(Ca_3(PO_4)_2) = 50\ t - 17{,}5\ t = 32{,}5\ t$

Atsakymas: gryno $Ca_3(PO_4)_2$ masė yra 32,5 t, priemaišų masė yra 17,5 t.

3. Koks tūris CO_2 išsiskirs sudeginus 500 kg anglies, turinčios 8% nedegių priemaišų?

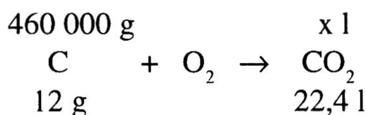
S p r e n d i m a s

Duota: m(C) = 500 kg; ω (priemaišų) = 8%; M(C) = 12 g/mol.
Rasti: $V(CO_2)$.

Grynos C masės dalis procentais buvo:

$100\% - 8\% = 92\%$, arba 0,92

m(gryn. C) $= 500\ kg \cdot 0{,}92 = 460\ kg$



$$\overset{460\,000\ g}{\underset{12\ g}{C}} + O_2 \rightarrow \overset{x\ l}{\underset{22{,}4\ l}{CO_2}}$$

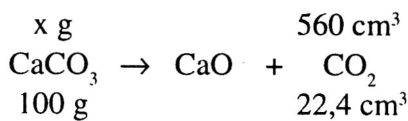
$$\frac{460\,000}{12} = \frac{x}{22{,}4} \qquad x = 858\,666{,}7\ l$$

Atsakymas: išsiskirs 858 666,7 l, arba 858,7 m³ CO_2.

4. Kiek reikia klinčių, turinčių 80% $CaCO_3$, norint gauti 560 cm³ CO_2?

S p r e n d i m a s

Duota: ω ($CaCO_3$) = 80%; $V(CO_2)$ = 560 cm³; $M(CaCO_3)$ = 100 g/mol.
Rasti: m(klinčių).



$$\begin{array}{ccccc} x\ g & & & & 560\ cm^3 \\ CaCO_3 & \rightarrow & CaO & + & CO_2 \\ 100\ g & & & & 22{,}4\ cm^3 \end{array}$$

$1\ l = 1000\ cm^3 = 1\ dm^3$
$560\ cm^3 = 0{,}56\ l$

$100\ g\ CaCO_3$ —— $22{,}4\ l$
$x\ g$ —— $0{,}56\ l$
$x = 2{,}5\ g\ CaCO_3$

Kadangi klintys – žaliava, sudaryta iš $CaCO_3$ bei priemaišų, tai:

$$m(miš.) = \frac{m(gryn.\ medž.)}{\omega(gryn.\ medž.)}$$

$$m(\text{klinčių}) = \frac{2{,}5}{0{,}8} = 3{,}125\ \text{kg}$$

Atsakymas: reikės 3,125 kg klinčių.

5. Kokią masę SiO_2 galima redukuoti 40 kg kokso, jei jame yra 90% C?

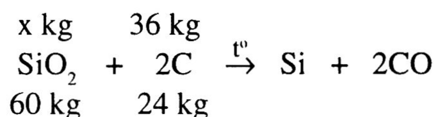
Sprendimas

Duota: m(kokso) = 40 kg; ω(C) = 90%; $M(SiO_2)$ = 60 g/mol;
M(C) = 12 g/mol.

Rasti: $m(SiO_2)$.

Koksas – tai žaliava, sudaryta iš anglies ir priemaišų.

$m(C) = 40\ kg \cdot 0{,}90 = 36\ kg$



$$\begin{array}{ccccccc} x\ kg & & 36\ kg & & & & \\ SiO_2 & + & 2C & \xrightarrow{t^\circ} & Si & + & 2CO \\ 60\ kg & & 24\ kg & & & & \end{array}$$

$$\frac{x}{60} = \frac{36}{24} \qquad x = 90\ kg$$

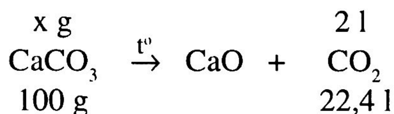
Atsakymas: galima redukuoti 90 kg SiO_2.

6. Kaitinant 10 g kalkakmenio gauta 2 l CO_2. Kiek gramų priemaišų buvo kalkakmenyje?

S p r e n d i m a s

Duota: m(kalkakm.) = 10 g; $V(CO_2)$ = 2 l; $M(CaCO_3)$ = 100 g/mol.
Rasti: m(priem.).

Kalkakmenis – tai žaliava, sudaryta iš $CaCO_3$ bei priemaišų.



$$\frac{x}{100} = \frac{2}{22{,}4} \qquad x = 8{,}9 \text{ g}$$

Apskaičiuojame priemaišų masę:
10 g – 8,9 g = 1,1 g

Atsakymas: kalkakmenyje buvo 1,1 g priemaišų.

S a v i k o n t r o l ė s   u ž d a v i n i a i

1. Kokį tūrį NO_2 galima gauti koncentruotoje azoto rūgštyje kaitinant 20 g vario drožlių, turinčių 4% priemaišų? (Ats.: 13,4 l.)

2. Koks tūris CO_2 ir kokia masė CaO susidarys, deginant 500 kg kalkakmenio, turinčio 92% kalcio karbonato? (Ats.: 103 m^3; 257,6 kg.)

3. Kiek gramų 50% HNO_3 galima gauti, kaitinant H_2SO_4 su 40 g $NaNO_3$, turinčio 15% priemaišų? (Ats.: 50,4 g.)

Pertekliaus uždaviniai

Kartais vykstant reakcijoms dalis kurios nors medžiagos lieka nesureagavusi. Uždavinio skaičiavimai atliekami pagal tą medžiagą, kuri visiškai sureagavo. Todėl pirmiausia reikia nustatyti, kurios medžiagos yra paimta per daug (perteklius), o tada spręsti įprastais būdais.

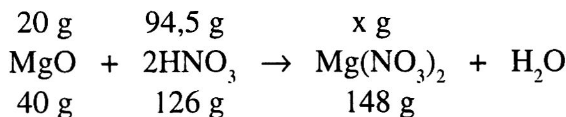
Uždaviniai

1. Sumaišyta 20 g MgO su 94,5 g HNO_3. Kiek gramų $Mg(NO_3)_2$ susidarys?

Sprendimas

Duota: M(MgO) = 40 g/mol; m(MgO) = 20 g; $m(HNO_3)$ = 94,5 g;
$M(HNO_3)$ = 63 g/mol; $M(Mg(NO_3)_2)$ = 148 g/mol.
Rasti: $m(Mg(NO_3)_2$.

Pagal duotų medžiagų molių kiekį



$$n = \frac{m}{M}$$

$$n(\text{MgO}) = \frac{20}{40} = 0{,}5 \text{ mol} \qquad n(\text{HNO}_3) = \frac{94{,}5}{63} = 1{,}5 \text{ mol}$$

Pagal reakcijos lygtį 1 mol MgO reaguoja su 2 mol HNO_3. Kad sureaguotų 0,5 mol MgO, reikia dvigubai daugiau molių HNO_3, t. y. 1 mol HNO_3. O pagal duomenis yra 1,5 mol. Darome prielaidą, kad yra duota 0,5 mol HNO_3 per daug. Uždavinys toliau sprendžiamas pagal tą medžiagą, kuri sureagavo visiškai, t. y. pagal MgO:

$$\frac{20}{40} = \frac{x}{148} \qquad x = 74 \text{ g}$$

Atsakymas: susidarys 74 g $Mg(NO_3)_2$.

Pagal reaguojančių medžiagų masių santykį

Pagal lygtį:

$m(MgO) : m(HNO_3) = 40 : 126 = 2 : 6,3$

Pagal sąlygą:

$m(MgO) : m(HNO_3) = 20 : 94,5 = 2 : 9,4$

$6,3 < 9,4$, todėl rūgšties yra duota su pertekliumi.

Pagal reaguojančių medžiagų masių palyginimą

Pagal lygtį:

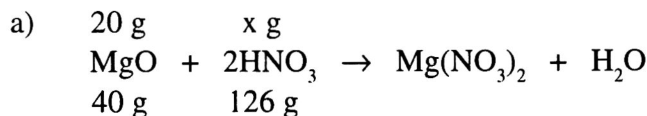
$m(MgO) = 1\ mol \cdot 40\ g/mol = 40\ g$

$m(HNO_3) = 2\ mol \cdot 63\ g/mol = 126\ g$

20 g < 40 g du kartus, tai ir rūgšties turi būti du kartus mažiau, t. y. 126 g : 2 = 63 g, o sąlygoj duota 94,5 g. Todėl rūgšties yra duota su pertekliumi.

Pagal proporciją, kai vieną sąlygos duomenį pasižymime x

a)

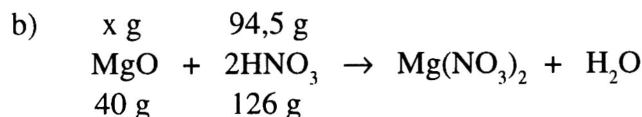


$$\underset{40\ g}{\overset{20\ g}{MgO}} + \underset{126\ g}{\overset{x\ g}{2HNO_3}} \rightarrow Mg(NO_3)_2 + H_2O$$

$$\frac{20}{40} = \frac{x}{126} \qquad x = 63\ g$$

63 g < 94,5 g, t. y. rūgšties perteklius.

b)

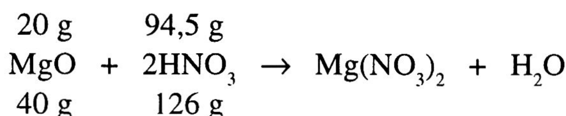


$$\underset{40\ g}{\overset{x\ g}{MgO}} + \underset{126\ g}{\overset{94,5\ g}{2HNO_3}} \rightarrow Mg(NO_3)_2 + H_2O$$

$$\frac{x}{40} = \frac{94,5}{126} \qquad x = 30\ g$$

Taigi reikia 30 g MgO, kad visiškai sureaguotų 94,5 g HNO_3, o duota 20 g MgO, todėl rūgštis sureaguos ne visa. Rūgšties duota su pertekliumi.

Pagal proporcingumo koeficientus



$$\begin{array}{ccccccc} 20\ g & & 94{,}5\ g & & & & \\ MgO & + & 2HNO_3 & \rightarrow & Mg(NO_3)_2 & + & H_2O \\ 40\ g & & 126\ g & & & & \end{array}$$

20 : 40 = 0,5; 94,5 : 126 = 0,75; 0,5 < 0,75

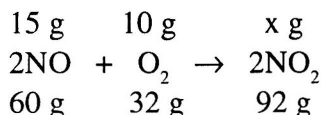
Taigi rūgšties yra su pertekliumi.

2. Uždarame inde sumaišyta 15 g azoto (II) oksido ir 10 g O_2. Kiek gramų, molių, litrų azoto (IV) oksido susidarė? Kokių dujų ir kiek liko nesureagavusių?

S p r e n d i m a s

Duota: $m(NO) = 15$ g; $m(O_2) = 10$ g; $M(NO) = 30$ g/mol;
$M(O_2) = 32$ g/mol; $M(NO_2) = 46$ g/mol.

Rasti: m; n; $V(NO_2)$.



$$\begin{array}{ccccc} 15\ g & & 10\ g & & x\ g \\ 2NO & + & O_2 & \rightarrow & 2NO_2 \\ 60\ g & & 32\ g & & 92\ g \end{array}$$

Pertekliui apskaičiuoti naudojame bet kurį iš 5 uždavinių sprendimo būdų:

Pagal sąlygą:

$m(NO) : m(O_2) = 60\ g : 32\ g = 1{,}8 : 1$

Pagal lygtį:

$m(O_2) = 15\ g : 10\ g = 1{,}5 : 1$

Kadangi sąlygoje prašoma rasti, kiek dar liko nesureagavusių dujų, tai:

$\frac{15}{60} = \frac{x}{32}$ x = 8 g (tiek deguonies sureaguos)

Deguonies lieka:

10 g – 8 g = 2 g

Vadinasi, deguonies buvo paimta su pertekliumi.

Skaičiuojame pagal NO dujas:

$\frac{15}{60} = \frac{x}{92}$ x = 23 g NO_2

$$n = \frac{m}{M} = \frac{23 \text{ g}}{46 \text{ g/mol}} = 0{,}5 \text{ mol}$$

$$V = n \cdot V_m = 0{,}5 \text{ mol} \cdot 22{,}4 \text{ l/mol} = 11{,}2 \text{ l}$$

Atsakymas: susidarė 23 g; 0,5 mol, 11,2 l NO_2; liko 2 g nesureagavusio deguonies.

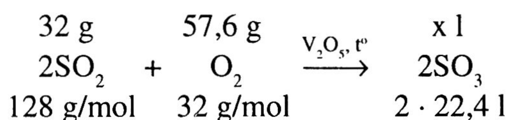
3. Sumaišyta 32 g sieros (IV) oksido su 64 g deguonies, turinčio 10% priemaišų. Koks tūris sieros (IV) oksido susidarė, kaitinant mišinį su katalizatoriumi V_2O_5?

S p r e n d i m a s

Duota: $m(SO_2) = 32$ g; $M(SO_2) = 64$ g/mol; $m(O_2) = 64$ g;
$M(O_2) = 32$ g/mol.
Rasti: $V(SO_3)$.

Apskaičiuojame gryno deguonies kiekį:
100% – 10% = 90%

64 g —— 100%
x g —— 90%
x = 57,6 g



$$\underset{128 \text{ g/mol}}{\overset{32 \text{ g}}{2SO_2}} + \underset{32 \text{ g/mol}}{\overset{57{,}6 \text{ g}}{O_2}} \xrightarrow{V_2O_5,\ t^\circ} \underset{2 \cdot 22{,}4 \text{ l}}{\overset{x \text{ l}}{2SO_3}}$$

Apskaičiuojame perteklių vienu iš 5 būdų.

Pagal sąlygą:

$$n(SO_2) = \frac{32}{64} = 0{,}5 \text{ mol}$$

$$n(O_2) = \frac{57{,}6}{32} = 1{,}8 \text{ mol}$$

Pagal lygtį:
$n(SO_2) = 2$ mol
$n(O_2) = 1$ mol

Taigi O_2 turi būti duota du kartus mažiau, t. y. $\frac{0{,}5}{2} = 0{,}25$ mol, o jo yra 1,8 mol. O_2 yra su pertekliumi, todėl skaičiuojame pagal SO_2, remdamiesi lygtimi:

$$\frac{32}{128} = \frac{x}{44{,}8} \qquad x = 11{,}2\ l$$

Atsakymas: susidarė 11,2 l SO_3.

4. Ar užteks 60 g 40% HNO_3 neutralizuoti 40 g gesintų kalkių, jei jose yra 10% priemaišų? Kiek kalcio nitrato susidarys?

S p r e n d i m a s

Duota: $m(HNO_3) = 60$ g; $\omega = 40\%$; $M(HNO_3) = 63$ g/mol;
$m(Ca(OH)_2) = 40$ g; $M(Ca(OH)_2) = 74$ g/mol;
$M(Ca(NO_3)_2) = 164$ g/mol; ω (priem.) = 10%.
Rasti: $m(Ca(NO_3)_2)$.

Apskaičiuojame gryno HNO_3 kiekį:

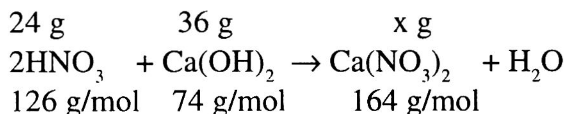
$$\omega = \frac{m(medž.) \cdot 100\%}{m(tirpal.)}$$

$$m(medž.) = \frac{\omega \cdot m(tirpal.)}{100\%}$$

$$m(\text{medž.}) = \frac{60 \cdot 40}{100} = 24\ \text{g}\ HNO_3$$

Apskaičiuojame grynų gesintų kalkių kiekį:

40 g —— 100%
x g —— 90%
x = 36 g $Ca(OH)_2$



$$\begin{array}{llll} 24\ \text{g} & 36\ \text{g} & x\ \text{g} & \\ 2HNO_3 & + Ca(OH)_2 \rightarrow & Ca(NO_3)_2 & + H_2O \\ 126\ \text{g/mol} & 74\ \text{g/mol} & 164\ \text{g/mol} & \end{array}$$

$$\frac{x}{126} = \frac{36}{74} \qquad x = 61{,}3\ \text{g}\ HNO_3$$

Taigi, norint neutralizuoti 36 g $Ca(OH)_2$, reikės 61,3 g HNO_3, o yra tik 24 g HNO_3. Vadinasi, $Ca(OH)_2$ duota su pertekliumi.

$$\frac{24}{126} = \frac{x}{164} \qquad x = 31{,}24\ \text{g}\ Ca(NO_3)_2$$

Atsakymas: susidarys 31,24 g $Ca(NO_3)_2$; HNO_3 neužteks.

Savikontrolės uždaviniai

1. Koks tūris anglies (IV) oksido išsiskirs, reaguojant 60 g HCl su 50 g $CaCO_3$? (Ats.: 11,2 l.)

2. Kiek gramų druskos susidarys, reaguojant 10,7 g $Fe(OH)_3$ su 20 g HNO_3? (Ats.: 24,2 g.)

3. Kiek molių SO_3 susidarys, reaguojant 64 g SO_2 su 160 g oro, turinčio 20% deguonies, esant katalizatoriui? (Ats.: 1 mol.)

Medžiagos išeigos uždaviniai

Gamybos metu dalis žaliavų gali nesureaguoti ir iš jų nesusidarys laukiami produktai arba tam tikra dalis jau pasigaminusio produkto dėl įvairių priežasčių bus prarandama. Taigi susidariusio produkto visada būna mažiau nei teoriškai skaičiuojant. Santykis praktiškai gauto produkto masės ar tūrio su teorine mase ar tūriu vadinamas **produkto išeigos masės ar tūrio dalimi:**

$$\eta = \frac{m(prakt.) \cdot 100\%}{m(teor.)}$$

$$\eta = \frac{V(prakt.) \cdot 100\%}{V(teor.)}$$

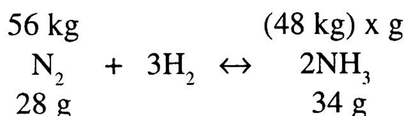
Uždaviniai

1. Iš 56 kg N_2 susintetinta 48 kg NH_3. Kokia amoniako išeiga?

Sprendimas

Duota: $m(N_2)$ = 56 kg; m(prakt.) = 48 kg; $M(NH_3)$ = 17 g/mol;
$M(N_2)$ = 28 g/mol.

Rasti: η.



$$\overset{56\ kg}{\underset{28\ g}{N_2}} + 3H_2 \leftrightarrow \overset{(48\ kg)\ x\ g}{\underset{34\ g}{2NH_3}}$$

$$\frac{56}{28} = \frac{x}{34} \qquad x = 68\ kg$$

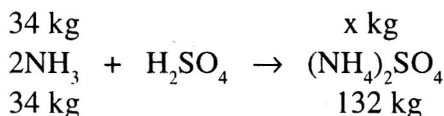
$$\eta = \frac{m(prakt.) \cdot 100\%}{m(teor.)} = \frac{48 \cdot 100}{68} = 70{,}5\%$$

Atsakymas: medžiagos išeiga yra 70,5%.

2. 34 kg NH_3 praleista per H_2SO_4. $(NH_4)_2SO_4$ išeiga yra 90%. Kiek kg $(NH_4)_2SO_4$ gauta?

S p r e n d i m a s

Duota: $m(NH_3)$ = 34 kg; $M(NH_3)$ = 17 g/mol; η = 90%;
$M((NH_4)_2SO_4)$ = 132 kg/mol.
Rasti: $m((NH_4)_2SO_4)$.



$$\begin{array}{ccccc} 34\ \text{kg} & & & & x\ \text{kg} \\ 2NH_3 & + & H_2SO_4 & \rightarrow & (NH_4)_2SO_4 \\ 34\ \text{kg} & & & & 132\ \text{kg} \end{array}$$

$$\frac{34}{34} = \frac{x}{132} \qquad x = 132\ \text{kg}$$

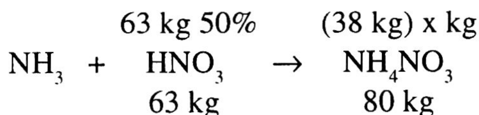
$$m(prakt.) = \frac{\eta \cdot m(teor.)}{100\%} = \frac{90 \cdot 132}{100} = 118{,}8\ \text{kg}$$

Atsakymas: gauta 118,8 kg $(NH_4)_2SO_4$.

3. Leidžiant NH_3 per 63 kg 50% HNO_3, gauta 38 kg NH_4NO_3. Kokia jo išeiga?

S p r e n d i m a s

Duota: $\omega(HNO_3)$ = 50%; $m(HNO_3)$ tirpalo = 63 kg; $m(NH_4NO_3)$ = 38 kg;
$M(NH_4NO_3)$ = 80 g/mol; $M(HNO_3)$ = 63 g/mol.
Rasti: $\eta(NH_4NO_3)$.



$$\begin{array}{ccccc} & & 63\ \text{kg}\ 50\% & & (38\ \text{kg})\ x\ \text{kg} \\ NH_3 & + & HNO_3 & \rightarrow & NH_4NO_3 \\ & & 63\ \text{kg} & & 80\ \text{kg} \end{array}$$

$$m(medž.) = \frac{\omega \cdot m(tirpal.)}{100\%} = \frac{63 \cdot 50}{100} = 31{,}5\ \text{kg}\ HNO_3$$

$$\frac{31{,}5}{63} = \frac{x}{80} \qquad x = 40\ \text{kg}\ NH_4NO_3$$

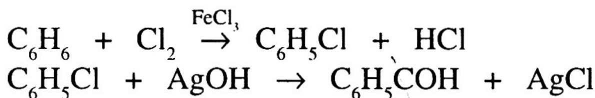
$$\eta = \frac{m(prakt.) \cdot 100\%}{m(teor.)} = \frac{38 \cdot 100}{40} = 95\%$$

Atsakymas: medžiagos išeiga yra 95%.

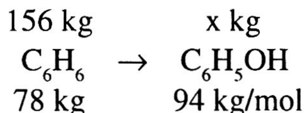
4. Kiek fenolio galima gauti iš 156 kg benzeno, jei gamybos nuostoliai sudaro 10%?

Sprendimas

Duota: $m(C_6H_6)$ = 156 kg; $M(C_6H_6)$ = 78 kg/mol; η = 90%.
Rasti: $m(C_6H_6OH)$.



$$C_6H_6 + Cl_2 \xrightarrow{FeCl_3} C_6H_5Cl + HCl$$
$$C_6H_5Cl + AgOH \rightarrow C_6H_5COH + AgCl$$



$$\begin{array}{ccc} 156\text{ kg} & & x\text{ kg} \\ C_6H_6 & \rightarrow & C_6H_5OH \\ 78\text{ kg} & & 94\text{ kg/mol} \end{array}$$

$$\frac{156}{78} = \frac{x}{94} \qquad x = 188 \text{ kg}$$

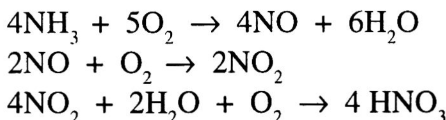
$$90\% = \frac{x \cdot 100}{188} = 169{,}2 \text{ kg}$$

Atsakymas: galima gauti 169,2 kg fenolio.

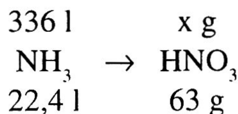
5. Kiek gramų 30% HNO_3 galima gauti iš 336 l NH_3, jei rūgšties išeiga yra 90%?

Sprendimas

Duota: $\omega(HNO_3)$ = 30%; $V(NH_3)$ = 336 l; $M(HNO_3)$ = 63 g/mol; η = 90%.
Rasti: $m(HNO_3)$ tirpalo.



$$4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$$
$$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$$
$$4NO_2 + 2H_2O + O_2 \rightarrow 4\,HNO_3$$



$$\begin{array}{ccc} 336\text{ l} & & x\text{ g} \\ NH_3 & \rightarrow & HNO_3 \\ 22{,}4\text{ l} & & 63\text{ g} \end{array}$$

$$\frac{336}{22{,}4} = \frac{x}{63} \qquad x = 945 \text{ g } HNO_3$$

$$\eta = \frac{m(prakt.) \cdot 100\%}{m(teor.)}$$

$$90\% = \frac{m(\text{prakt.}) \cdot 100}{945}$$

$m(\text{prakt.}) = 850{,}5$ g

$$30\% = \frac{850{,}5 \cdot 100}{m(\text{tirpal.})}$$

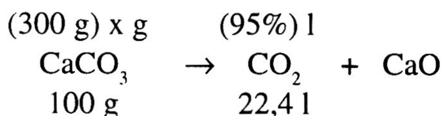
$m(\text{tirpal.}) = 2835$ g

Atsakymas: galima gauti 2835 g HNO_3.

6. Išdegus 300 g klinčių su 10% priemaišų, CO_2 išeiga sudarė 95%. Koks CO_2 tūris gautas?

Sprendimas

Duota: $m(CaCO_3) = 300$ g; $\eta = 95\%$; $M(CaCO_3) = 100$ g/mol;
ω (priemaišų) = 10%.
Rasti: $V(CO_2)$.



300 g —— 100%
x g —— 90%
x = 270 g $CaCO_3$

$$\frac{270}{100} = \frac{x}{22{,}4} \qquad x = 60{,}48 \text{ l } CO_2$$

$$V(prakt.) = \frac{\eta \cdot V(teor.)}{100\%} \qquad V(\text{prakt.}) = \frac{95 \cdot 60{,}48}{100} = 57{,}46 \text{ l}$$

Atsakymas: gauta 57,46 l CO_2.

Savikontrolės uždaviniai

1. Kokio tūrio amoniako ir kokios masės 50% HNO_3 reikės, norint gauti 2 kg amonio nitrato, jei gamybos nuostoliai sudaro 5%? (Ats.: 2,2 m^3; 3,3 kg.)

2. Kokį tūrį azoto (II) oksido galima gauti, oksiduojant 5,6 l NH_3, jei NO išeiga yra 90%? (Ats.: 5 l.)

Formulės nustatymas

Elementų masės dalis junginyje skaičiuojama pagal formulę:

$$\omega = \frac{I \cdot A_r \cdot 100\%}{M_r}$$

ω – elemento masės dalis, reiškiama vieneto dalimis arba procentais;
i – indeksas;
A_r – elemento santykinė atominė masė;
M_r – junginio santykinė molekulinė masė.

Uždaviniai

1. Apskaičiuokite medžiagos formulę, jei jos garų santykinis tankis vandenilio atžvilgiu yra 22, o medžiagoje anglies yra 54,55%, vandenilio – 9,09% bei deguonies – 36,36%.

Sprendimas

Duota: $D(H_2) = 22$; ω (C) = 54,55%; ω (H) = 9,09%; ω (O) = 36,36%.
Rasti: molekulinę formulę.

I būdas

$$D(H_2) = 2 \cdot M$$

$$M (C_xH_yO_z) = 22 \cdot 2 = 44 \text{ g/mol}$$

$$\omega(C) = \frac{x(A(C)) \cdot 100\%}{M(C_xH_yO_z)}$$

$$x(A(C)) = \frac{\omega(C) \cdot M(C_xH_yO_z)}{A(C) \cdot 100\%}$$

$$\omega = \frac{n \cdot A \cdot 100\%}{M}$$

$$M = 2 \cdot D(H_2)$$

$$n = \frac{\omega \cdot 2 \cdot D(H_2)}{A \cdot 100\%}$$

$$x(A(C)) = \frac{54{,}55 \cdot 44}{12 \cdot 100} = 2 \text{ atomai}$$

$$y(A(H)) = \frac{9{,}09 \cdot 44}{1 \cdot 100} = 4 \text{ atomai}$$

$$z(A(O)) = \frac{36{,}36 \cdot 44}{16 \cdot 100} = 1 \text{ atomas}$$

Gavome C_2H_4O.

Patikriname masę:

$M_r(C_xH_yO_z) = 2 \cdot 12 + 4 + 16 = 44$

II būdas



$C_xH_yO_z$

$$x : y : z = \frac{54{,}55}{12} : \frac{9{,}09}{1} : \frac{36{,}36}{16} = 4{,}55 : 9{,}09 : 2{,}27 =$$

$$= \frac{4{,}55}{2{,}27} : \frac{9{,}09}{2{,}27} : \frac{2{,}27}{2{,}27} = 2 : 4 : 1$$

Gavome C_2H_4O.

Patikriname masę:

$M_r(C_xH_yO_z) = 22 \cdot 2 = 44$; $M_r(C_2H_4O) = 24 + 4 + 16 = 44$

Atsakymas: medžiagos formulė yra C_2H_4O.

2. Dujos sudarytos iš 80% C ir 20% H. Dujų tankis azoto atžvilgiu lygus 1,07. Apskaičiuokite dujų molekulinę formulę.

S p r e n d i m a s

Duota: $D(N_2) = 1{,}07$; ω (C) = 80%; ω (H) = 20%.

Rasti: molekulinę formulę.

$$n(C) : n(H) = \frac{80}{12} : \frac{20}{1} = 6{,}67 : 20 = 1 : 3.$$

Gavome empirinę formulę CH_3.

Patikriname masę:

$M_r(CH_3) = 15$; $M_r(N_2) = 1{,}07 \cdot 28 = 30$; $n = \frac{30}{15} = 2$; gavome C_2H_6.

Atsakymas: molekulės formulė yra C_2H_6.

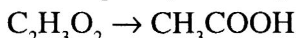
3. Medžiaga sudaryta iš 40,68% C, 5,08% H bei 54,24% O. Kokia tai medžiaga, jei reaguodama su Na sudaro neutralią ir rūgščią druskas?

Sprendimas

Duota: ω (C) = 40,68%; ω (H) = 5,08%; ω (O) = 54,24%.
Rasti: medžiagos molekulinę formulę.

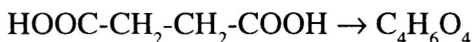
$$n(\mathrm{C}) : n(\mathrm{H}) : n(\mathrm{O}) = \frac{40{,}68}{12} : \frac{5{,}08}{1} : \frac{54{,}24}{16} = 1 : 1{,}5 : 1 = 2 : 3 : 2$$

Gauname empirinę formulę:



$C_2H_3O_2 \rightarrow CH_3COOH$

Kadangi ši rūgštis sudaro dvi druskas (t. y. neutralią bei rūgščią), tai ji yra dvibazė:



$HOOC\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}COOH \rightarrow C_4H_6O_4$

Atsakymas: medžiagos formulė yra $C_4H_6O_4$.

4. Medžiaga sudaryta iš 82,36% N ir 17,64% H. Santykinė molekulinė junginio masė yra 17. Raskite medžiagos molekulinę formulę.

Sprendimas

Duota: M_r = 17; ω (N) = 82,36%; ω (H) = 17,64%.
Rasti: molekulinę formulę.

$$n(\mathrm{N}) : n(\mathrm{H}) = \frac{82{,}36}{14} : \frac{17{,}64}{1} = 5{,}88 : 17{,}64 = 1 : 3$$

Gauname empirinę formulę NH_3:

$M_r(NH_3) = 17$

Atsakymas: medžiagos formulė yra NH_3.

5. Medžiaga sudaryta iš 82,8% C ir 17,2% H. Medžiagos tankis n. s. yra lygus 2,6 g/l. Raskite medžiagos molekulinę formulę.

Sprendimas

Duota: ω (C) = 82,8%; ω (H) = 17,2%; ρ = 2,6 g/l.
Rasti: medžiagos molekulinę formulę.

$$n(\mathrm{C}) : n(\mathrm{H}) = \frac{82{,}8}{12} : \frac{17{,}2}{1} = 6{,}9 : 17{,}2 = 1 : 2{,}5 = 2 : 5$$

Gavome empirinę formulę C_2H_5:

$M(C_2H_5) = 29$ g/mol

2,6 g —— 1 l

x g —— 22,4 l

x = 58 g

$$n = \frac{58\ g}{29\ g/mol} = 2\ mol,\ o\ tai\ atitinka\ formulę\ C_4H_{10}$$

Atsakymas: medžiagos formulė yra C_4H_{10}.

6. Medžiaga sudaryta iš 82,8% C ir 17,2% H, o jos santykinis tankis oro atžvilgiu yra 2. Apskaičiuokite medžiagos molekulinę formulę.

Sprendimas

Duota: D(oro) = 2; ω (C) = 82,8%; ω (H) = 17,2%.

Rasti: medžiagos formulę.

$$n(C) : n(H) = \frac{82{,}8}{12} : \frac{17{,}2}{1} = 2 : 5$$

Gauname empirinę formulę C_2H_5:

$M(C_2H_5) = 29$ g/mol

$m = M(oro) \cdot D(oro) = 29$ g/mol $\cdot\ 2 = 58$ g

$$n = \frac{58\ g}{29\ g/mol} = 2\ mol,\ o\ tai\ yra\ C_4H_{10}$$

Atsakymas: medžiagos formulė yra C_4H_{10}.

7. Žiurkių nuodų sudėtis yra 74,01% C, 5,23% H ir 20,16% O. Apskaičiuokite nuodų empirinę formulę.

Sprendimas

Duota: ω (C) = 74,01%; ω (H) = 5,23%; ω (O) = 20,16%.

Rasti: nuodų formulę.

$$n(C) : n(H) : n(O) = \frac{74{,}01}{12} : \frac{5{,}23}{1} : \frac{20{,}16}{16} = 6{,}16 : 5{,}23 : 1{,}25 = 5 : 4 : 1$$

Empirinė formulė yra C_5H_4O.

Atsakymas: nuodų formulė yra C_5H_4O.

8. 30 ml dujų sveria 90 mg. Dujų sudėtis yra 52,57% Cl ir 47,43% O. Kokia dujų molekulinė formulė?

Sprendimas

Duota: V(dujų) = 30 ml; m(dujų) = 90 mg; ω (Cl) = 52,57%; ω (O) = 47,43%.
Rasti: dujų molekulinę formulę.

0,03 l dujų sveria 0,09 g
22,4 l ———— x g
x = 67,2 g

$$n(\mathrm{Cl}) : n(\mathrm{O}) = \frac{52,57}{35,5} : \frac{47,43}{16} = 1,48 : 2,96 = 1 : 2$$

Empirinė dujų formulė yra ClO_2.
$M_r(ClO_2) = 67,5$

Atsakymas: dujų formulė yra ClO_2.

9. Raskite molekulinę formulę medžiagos, kurią sudaro vandenilis, anglis, deguonis bei azotas masių santykiu 1 : 3 : 4 : 7.

Sprendimas

Duota: $H : C : O : N = 1 : 3 : 4 : 7$.
Rasti: medžiagos molekulinę formulę.

$$n(\mathrm{C}) : n(\mathrm{O}) : n(\mathrm{H}) : n(\mathrm{N}) = \frac{3}{12} : \frac{4}{16} : \frac{1}{1} : \frac{7}{14} =$$
$$= 1 : 0,25 : 0,25 : 0,5 = 1 : 1 : 4 : 2$$

Atsakymas: medžiagos molekulinė formulė yra COH_4N_2.

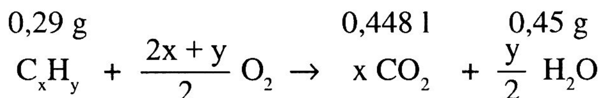
10. Kokia dujinio angliavandenilio molekulinė formulė, jeigu deginant jo 0,29 g susidarė 0,448 l CO_2 ir 0,45 g vandens garų? Santykinis duoto angliavandenilio tankis vandenilio atžvilgiu yra 29.

Sprendimas

Duota: $m(C_xH_y)$ = 0,29 g; $V(CO_2)$ = 0,448 l; m(vandens garų) = 0,45 g.
Rasti: angliavandenilio molekulinę formulę.

I būdas

Dujinį angliavandenilį žymime C_xH_y:



$$\underset{0{,}29\ g}{C_xH_y} + \frac{2x+y}{2} O_2 \rightarrow \underset{}{\overset{0{,}448\ l}{x\,CO_2}} + \overset{0{,}45\ g}{\frac{y}{2} H_2O}$$

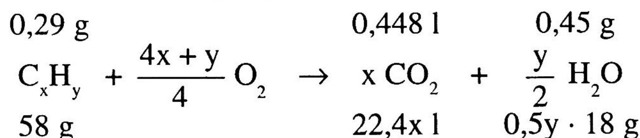
Naudodami lygties koeficientus randame:

$V(CO_2) = x \cdot 22{,}4\ l$

$m(H_2O) = 0{,}5y \cdot 18\ g$

$M_r = D(H_2) \cdot 2 = 29 \cdot 2 = 58$

Šias reikšmes rašome po lygtimi:



$$\underset{58\ g}{\overset{0{,}29\ g}{C_xH_y}} + \frac{4x+y}{4} O_2 \rightarrow \underset{22{,}4x\ l}{\overset{0{,}448\ l}{x\,CO_2}} + \underset{0{,}5y \cdot 18\ g}{\overset{0{,}45\ g}{\frac{y}{2} H_2O}}$$

Apskaičiuojame proporcijas:

$$\frac{0{,}29}{58} = \frac{0{,}448}{22{,}4x} \qquad x = 4$$

$$\frac{0{,}29}{58} = \frac{0{,}45}{0{,}5y \cdot 18} \qquad y = 10$$

Gavome empirinę formulę C_4H_{10}.

Apskaičiuojame:

$M(C_4H_{10}) = 58$ g/mol

II būdas

Naudosime medžiagos kiekio formules:

$$n = \frac{m}{M} \qquad n = \frac{V}{V_m}$$

$$n(C_xH_y) = \frac{0{,}29\ g}{58\ g/mol} = 0{,}005\ mol$$

$$n(CO_2) = \frac{0{,}448\ l}{22{,}4\ l/mol} = 0{,}02\ mol$$

$$n(H_2O) = \frac{0{,}45\ g}{18\ g/mol} = 0{,}025\ mol$$

Gautus trupmeninius molių skaičius paverčiame sveikais skaičiais, dauginame iš 200. Gausim:

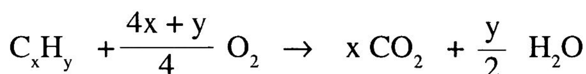
$$n(C_xH_y) = 1 \text{ molį}; \; n(CO_2) = 4 \text{ molius}; \; n(H_2O) = 5 \text{ molius}$$

Taigi deginant 1 molį angliavandenilio susidaro 4 moliai CO_2 bei 5 moliai vandens.

4 mol CO_2 yra 4 atomai C, o 5 mol H_2O yra 10 atomų vandenilio, todėl junginys bus C_4H_{10}.

III būdas

Jeigu pradinė angliavandenilio masė nėra duota, uždavinį reikia spręsti manant, kad koeficientai yra proporcingi medžiagų kiekiui arba tūriui:



$$C_xH_y + \frac{4x + y}{4} O_2 \rightarrow x\,CO_2 + \frac{y}{2} H_2O$$

$$n(CO_2) = \frac{0{,}448 \text{ l}}{22{,}4 \text{ l/mol}} = 0{,}02 \text{ mol } (0{,}02 \cdot 200 = 4)$$

$$n(H_2O) = \frac{0{,}45 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 0{,}025 \text{ mol } (0{,}025 \cdot 200 = 5)$$

$x : y = n(CO_2) : n(H_2O)$
$x = 4; \; y = 5$

4 CO_2 turi 4 atomus C; 5 H_2O turi 10 atomų H.

$M_r(C_4H_{10}) = 58; \; M(C_4H_{10}) = 58$ g/mol

IV būdas

$M_r(CO_2) = 44$ $\qquad$ $M_r(H_2O) = 18$
$M(CO_2) = 44$ g/mol $\qquad$ $M(H_2O) = 18$ g/mol

1 mol CO_2 užima 22,4 l.

22,4 l CO_2 —— 44 g $\qquad$ 18 g H_2O —— 2 g H
0,448 l —— x g $\qquad$ 0,45 g —— y g
x = 0,88 g $\qquad$ y = 0,05 g H

44 g CO_2 —— 12 g C $\quad$ arba $\quad$ 22,4 l —— 12 g C
0,88 g CO_2 —— x g $\qquad$ 0,448 l —— x g
x = 0,24 g C $\qquad$ x= 0,24 g C

$0{,}24\ g\ C + 0{,}05\ g\ H = 0{,}29\ g$

$M_r(C_xH_y) = 29 \cdot 2 = 58$

$$x : y = \frac{0{,}24}{12} : \frac{0{,}05}{1} = 0{,}02 : 0{,}05 = 4 : 10$$

Atsakymas: dujinio angliavandenilio molekulinė formulė yra C_4H_{10}.

11. Sudeginus alkaną, susidarė 13,2 g CO_2. Medžiagos tankis n. s. lygus 1,96 g/cm³. Apskaičiuokite alkano molekulinę formulę.

S p r e n d i m a s

Duota: $m(CO_2) = 13{,}2$ g; ρ = 1,96 g/cm³; $M_r(CO_2) = 44$.
Rasti: alkano molekulinę formulę.

1,96 g —— 1 l
x g —— 22.4 l
x = 44 g

44 g CO_2 —— 12 g C
13,2 g CO_2 —— x g
x = 3,6 g C

$n(C) = \frac{3{,}6}{12} = 0{,}3$ mol; jei 0,3 mol C prilyginame 3 mol C, o tai bus:
m = 3 · 12 = 36 g (lieka dar 8 g, kad būtų 44 g; tai bus 8 mol H).

Atsakymas: alkano formulė yra C_3H_8.

12. Sudegus 2,4 g medžiagos, gauta 1,68 l CO_2 ir 3,36 l vandens garų. Medžiagos garų tankis vandenilio atžvilgiu yra lygus 16. Apskaičiuokite medžiagos molekulinę formulę.

S p r e n d i m a s

Duota: $m = 2{,}4$ g; $V(CO_2) = 1{,}68$ l; V(vandens garų) = 3,36 l; $D(H_2) = 16$.
Rasti: medžiagos molekulinę formulę.

Apskaičiuojame medžiagos molinę masę:
$D(H_2) = 2 \cdot 16 = 32$ g

22,4 l CO_2 —— 12 gC
1,68 l —— x g
x = 0,9 g

22,4 l H_2O —— 2 g H
3,36 l —— y g
y = 0,3 g

$m(C) + m(H) = 0{,}9\ g + 0{,}3\ g = 1{,}2\ g$
$m(O) = 2{,}4\ g - 1{,}2\ g = 1{,}2\ g$

$$n(C) : n(H) : n(O) = \frac{0{,}9}{12} : \frac{0{,}3}{1} : \frac{1{,}2}{16} = 0{,}075 : 0{,}3 : 0{,}075 = 1 : 4 : 1$$

Gauname empirinę formulę CH_4O:

$M_r(CH_4O) = 32$

Atsakymas: medžiagos formulė yra CH_4O.

13. Sudeginus 0,7 g medžiagos, susidarė 0,05 mol CO_2 ir 0,05 mol H_2O. Šios medžiagos 0,1 g užima 32 ml tūrį. Apskaičiuokite medžiagos molekulinę formulę.

Sprendimas

Duota: m(medž.) = 0,7 g; $n(CO_2) = 0{,}05$ mol; $n(H_2O) = 0{,}05$ mol.
Raskite: medžiagos molekulinę formulę.

0,032 l —— 0,1 g
22,4 l —— x g
x = 70 g

$$n(\text{medž}) = \frac{0{,}7\ g}{70\ g/mol} = 0{,}01\ mol$$

$n(CO_2) = 0{,}05$ mol
$n(H_2O) = 0{,}05$ mol

Tai iš 1 mol C_xH_y gauta 5 mol CO_2 (5 mol C) bei 5 mol H_2O (10 mol H). Medžiagos formulė yra C_5H_{10}.

Atsakymas: medžiagos formulė yra C_5H_{10}.

14. Organinės medžiagos garuose nėra N, S, P. 200 ml šios medžiagos padegta su 900 ml deguonies, kurio buvo imta su pertekliumi. Po degimo dujų tūris buvo 1,3 l, susikondensavus vandens garams – 700 ml, o praleidus pro šarmą – 100 ml. Apskaičiuokite medžiagos molekulinę formulę.

Sprendimas

Duota: V(medž.) = 200 ml; $V(O_2) = 900$ ml.
Rasti: medžiagos molekulinę formulę.

Deguonis, dalyvavęs reakcijoje:

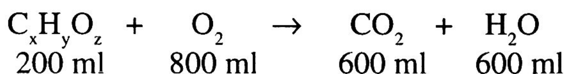
900 ml – 100 ml = 800 ml

Vandens garų tūris, susidaręs po reakcijos:

1300 ml – 700 ml = 600 ml

CO_2 susidarė:

700 ml – 100 ml = 600 ml



$$C_xH_yO_z + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$$

200 ml 800 ml 600 ml 600 ml

$m(\text{medž.}) = \frac{0,2}{22,4} = 0,009$ mol, dauginame iš 350

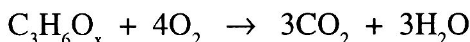
(kad gautume sveiką skaičių) = 3,

$m(CO_2) = \frac{0,6}{22,4} = 0,026$ mol, dauginame iš 350 = 9,

$m(H_2O) = \frac{0,6}{22,4} = 0,026$ mol, dauginame iš 350 = 9,

$m(O_2) = \frac{0,8}{22,4} = 0,035$ mol, dauginame iš 350 = 12.

Kad gautume 1 mol medžiagos, kiekvieną skaičių dalijame iš 3.
Susidaro 1 mol medžiagos, 3 mol CO_2, 3 mol H_2O ir 4 mol O_2.



$$C_3H_6O_x + 4O_2 \rightarrow 3CO_2 + 3H_2O$$

Kadangi dešinėje lygties pusėje yra 9 deguonies atomai, o kairėje tėra 8 ir x atomų deguonies, todėl darome prielaidą, kad:

x = 1

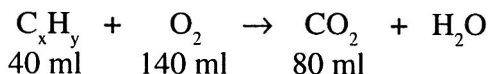
Atsakymas: medžiagos formulė yra C_3H_6O.

15. Sumaišyta 40 ml dujinio angliavandenilio su 200 ml deguonies ir mišinys uždegtas. Susikondensavus garams, dujų tūris buvo 140 ml, iš jų 80 ml sugėrė šarmas. Apskaičiuokite medžiagos molekulinę formulę.

Sprendimas

Duota: $V(C_xH_y)$ = 40 ml; $V(O_2)$ = 200 ml.
Rasti: medžiagos molekulinę formulę.

Nesureagavo deguonies: 140 ml – 80 ml = 60 ml
Sureagavo deguonies: 200 ml – 60 ml = 140 ml



C_xH_y + O_2 → CO_2 + H_2O
40 ml 140 ml 80 ml

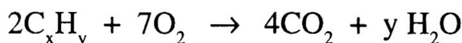
$n(C_xH_y) = \frac{0,04}{22,4} = 0,0017$ mol,

dauginame iš 600 (iš didžiausio galimo daugiklio) = 1,02,

$n(CO_2) = \frac{0,08}{22,4} =$ 0,0035 mol, dauginame iš 600 = 2,1,

$n(O_2) = \frac{0,14}{22,4} =$ 0,0062 mol, dauginame iš 600 = 3,72.

Kiekvieną dydį dauginame iš 2:
gauname 2 mol C_xH_y, 4 mol CO_2 bei 7 mol O_2.



$$2C_xH_y + 7O_2 \rightarrow 4CO_2 + y\,H_2O$$

y = 6

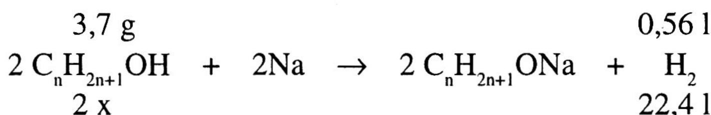
Gavome dešinėje lygties pusėje 4 anglies atomus, o kairėje pusėje turime 2x, tai: x = 2.

Atsakymas: medžiagos formulė yra C_2H_6.

16. Apskaičiuokite alkoholio molekulinę masę, jeigu jis turi vieną hidroksilo grupę ir iš 3,7 g alkoholio natris išstumia 560 ml vandenilio.

Sprendimas

Duota: $m(C_nH_{2n+1}OH)$ = 3,7 g; $V(H_2)$ = 560 ml.
Rasti: $C_nH_{2n+1}OH$ formulę.



$$\begin{array}{ccccccc} 3,7\text{ g} & & & & & & 0,56\text{ l} \\ 2\,C_nH_{2n+1}OH & + & 2Na & \rightarrow & 2\,C_nH_{2n+1}ONa & + & H_2 \\ 2\text{ x} & & & & & & 22,4\text{ l} \end{array}$$

$$\frac{3,7}{2x} = \frac{0,56}{22,4} \qquad x = 74\text{ g}$$

C_nH_{2n+1} + 17 = 74; 12n + 2n + 1 + 17= 74

14n = 56
n = 4

$M_r(C_4H_9OH)$ = 12 · 4 + 10 + 16 = 94

Atsakymas: alkoholio formulė yra C_4H_9OH.

17. Junginys sudarytas iš C, H, N. Anglies yra 79,12%. Iš 0,546 g medžiagos gauta 0,084 g azoto. Junginio molekulinė masė yra 182. Apskaičiuokite junginio molekulinę formulę.

Sprendimas

Duota: ω (C) = 79,12%; m(medž.) = 0,546 g; $m(N_2)$ = 0,084 g;
M_r(medž.) = 182.
Rasti: medžiagos molekulinę formulę.

Apskaičiuojame, kiek procentų sudaro azotas:

0,546 g —— 100%
0,084 g —— x%
x = 15,38%

Apskaičiuojame, kiek procentų sudaro vandenilis:

100% – (79,12 + 15,38) = 5,5%

$$n(C) : n(H) : n(N) = \frac{79,12}{12} : \frac{5,5}{1} : \frac{15,38}{14} = 6,42 : 5,5 : 1,09 = 6 : 5 : 1$$

$M_r(C_6H_5N) = 91$.
Kadangi molekulinė masė yra 182, tai junginio molekulinė formulė bus $C_{12}H_{10}N_2$.

Atsakymas: junginio formulė $C_{12}H_{10}N_2$.

18. Medžiaga sudaryta iš C, H, Cl. Sudeginus 0,956 g šios medžiagos, gauta 0,352 g CO_2 ir 0,072 g H_2O. Molinė medžiagos masė yra 119,5 g/mol. Apskaičiuokite junginio molekulinę formulę.

Sprendimas

Duota: m(medž.) = 0,956 g; $m(CO_2)$ = 0,352 g; $m(H_2O)$ = 0,072 g;
M_r(medž.) = 119,5.
Rasti: junginio molekulinę formulę.

44 g CO_2 —— 12 g C
0,352 g —— x g
x = 0,095 g C

18 g H_2O —— 2 g H
0,072 g —— y g
y = 0,008 g H

m(Cl)= m(medž.) – (m(C) + m(H)) = 0,956 – 0,103 = 0,853 g

$$n(C) : n(H) : n(Cl) = \frac{0,095}{12} : \frac{0,008}{1} : \frac{0,853}{35,5} =$$
$$= 0,007 : 0,008 : 0,024 = 1 : 1 : 3$$

$M_r(CHCl_3) = 119,5$

Atsakymas: junginio formulė yra $CHCl_3$.

19. Apskaičiuokite vanadžio oksido formulę, jeigu 2,73 g oksido turi 1,53 g metalo.

Sprendimas

Duota: m(oksido) = 2,73 g; m(V) = 1,53 g.
Rasti: vanadžio oksido formulę.

m(vanadžio oksido) = 2,73 g – 1,53 g = 1,2 g

$$n(V) : n(O) = \frac{1,53}{51} : \frac{1,2}{16} = 0,03 : 0,075 = 0,4 : 1 = 2 : 5$$

Atsakymas: oksido formulė yra V_2O_5.

20. Molibdeno okside molibdeno ir deguonies atomų santykis yra lygus 2. Apskaičiuokite oksido formulę.

Sprendimas

$MoO \rightarrow O \qquad \frac{x}{16} = 2 \qquad x = 32$

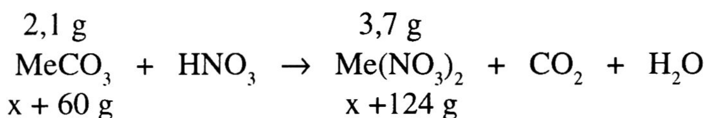
$A_r(Mo) = 96$; $A_r(O) = 16$, taigi, kad gautume 96, 32 reikia dauginti iš 3. Ir kad santykis liktų lygus 2, turi būti O_3.

Atsakymas: oksido formulė yra MoO_3.

21. 2,1 g $MeCO_3$ veikiant HNO_3, susidarė 3,7 g $Me(NO_3)_2$. Apskaičiuokite karbonato molekulinę formulę.

Sprendimas

Duota: $m(MeCO_3)$ = 2,1 g; $m(Me(NO_3)_2)$ = 3,7 g.
Rasti: karbonato molekulinę formulę.


$$\underset{x + 60\text{ g}}{\overset{2,1\text{ g}}{MeCO_3}} + HNO_3 \rightarrow \underset{x + 124\text{ g}}{\overset{3,7\text{ g}}{Me(NO_3)_2}} + CO_2 + H_2O$$

$$\frac{2{,}1}{x+60} = \frac{3{,}7}{x+124} \qquad x = 23{,}75 \text{ g}$$

Jei masė yra 23,75 g, vadinasi, tai Mg (žr. „Periodinę elementų lentelę“).

Atsakymas: karbonato formulė yra $MgCO_3$.

22. Apskaičiuokite gyvsidabrio oksido formulę, jei žinoma, kad 26 g šio junginio skilimo metu išskiria 0,7 l deguonies.

Sprendimas

Duota: *m*(oksido) = 26 g; $V(O_2)$ = 0,7 l.
Rasti: Hg oksido formulę.

$$\frac{m}{M} = \frac{V}{V_m} \qquad m = \frac{M \cdot V}{V_m}$$

$$m(\text{O}) = \frac{32 \cdot 0{,}7}{22{,}4} = 1 \text{ g}$$

$$m(\text{Hg}) = 26 \text{ g} - 1 \text{ g} = 25 \text{ g}$$

$$n(\text{Hg}) : n(\text{O}) = \frac{25}{201} : \frac{1}{16} = 0{,}124 : 0{,}062 = 2 : 1, \text{ tai } Hg_2O$$

Atsakymas: oksido formulė yra Hg_2O.

23. Apskaičiuokite molibdenito mineralo formulę, jeigu jis sudarytas iš 2 elementų ir žinoma, kad sudeginus 20 g mineralo, turinčio 20% priemaišų, susidaro 14,4 g MoO_3 ir išsiskiria 4,48 l SO_2.

Sprendimas

Duota: *m*(mineralo) = 20 g; $m(MoO_3)$ = 14,4 g; $V(SO_2)$ = 4,48 l;
$M(MoO_3)$ = 144 g/mol; $M(SO_2)$ = 64 g/mol.
Rasti: mineralo molekulinę formulę.

$$m(Mo) = \frac{m(MoO_3) \cdot A_r(Mo)}{M_r(MoO_3)} = \frac{14{,}4 \cdot 96}{144} = 9{,}6$$

$$m(\text{S}) = \frac{32 \cdot 4{,}48}{22{,}4} = 6{,}4 \text{ g}$$

Patikriname, ar visas Mo ir S įeina į molibdenitą:

9,6 g + 6,4 g = 16 g

20 g —— 100%
x g —— 80%
x = 16 g (gryno molibdenito)

$$n(\text{Mo}) : n(\text{S}) = \frac{9,6}{96} : \frac{6,4}{32} = 0,1 : 0,2 = 1 : 2, \text{ tai } MoS_2$$

Atsakymas: mineralo formulė yra MoS_2.

Savikontrolės uždaviniai

1. Medžiagos garų tankis yra 2,05 g/~~cm^3~~ l. Ji sudaryta iš 52,18% C; 13,04% H ir 34,78% O. Apskaičiuokite medžiagos formulę. (Ats.: C_2H_6O.)

2. Apskaičiuokite azoto ir vandenilio junginio formulę, jei to junginio molinė masė yra 32 g/mol ir jame 87,5% sudaro azotas. (Ats.: N_2H_4.)

3. Sudeginus 4,4 g alkano, susidarė 13,2 g CO_2 ir 7,2 g H_2O. Medžiagos tankis oro atžvilgiu yra 1,52. Apskaičiuokite alkano formulę. (Ats.: C_3H_8.)

4. 5,91 g $MeCO_3$ reaguojant su HCl pertekliumi, išsiskyrė 672 ml dujų. Apskaičiuokite karbonato formulę. (Ats.: $BaCO_3$.)

Kristalohidratai

Kristalinės medžiagos, kurių sudėtyje yra chemiškai prisijungusio vandens, vadinamos **hidratais (kristalohidratais, kristalohidračiais). Kristalizaciniu vandeniu** vadinamas kristale esantis chemiškai susijungęs vanduo. Kaitinant druskų hidratus, atskyla vanduo ir jie tampa bevandenėmis druskomis.

Uždaviniai

1. Raskite procentinį kristalizacinio vandens kiekį $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ kristalohidrate.

Sprendimas

Duota: $M(CuSO_4 \cdot 5H_2O) = 250$ g/mol; $M(5H_2O) = 5 \cdot 18 = 90$ g/mol.
Rasti: $\omega(H_2O)$.

$$250 \text{ g } CuSO_4 \cdot 5H_2O \text{ —— } 90 \text{ g } H_2O$$
$$100 \text{ g —— x g}$$
$$x = 36 \text{ g}$$

arba:

$$\omega = \frac{m(medž.) \cdot 100\%}{m(tirpal.)}$$

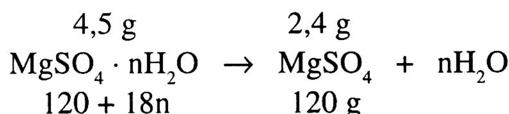
$$\omega = \frac{90 \text{ g} \cdot 100\%}{250 \text{ g}} = 36\% \; H_2O$$

Atsakymas: kristalohidrate yra 36% vandens.

2. Išgarinus vandenį iš 4,5 g $MgSO_4$ kristalohidrato, buvo gauta 2,4 g kietos medžiagos. Kokia kristalohidrato formulė?

Sprendimas

Duota: $m(MgSO_4 \cdot nH_2O) = 4{,}5$ g; $m(MgSO_4 \cdot nH_2O) = 120 + 18n$ g/mol;
$M(MgSO_4) = 120$ g/mol; $m(MgSO_4) = 2{,}4$ g.
Rasti: kristalohidrato formulę.



$$\underset{120 + 18n}{\overset{4{,}5 \text{ g}}{MgSO_4 \cdot nH_2O}} \rightarrow \underset{120 \text{ g}}{\overset{2{,}4 \text{ g}}{MgSO_4}} + nH_2O$$

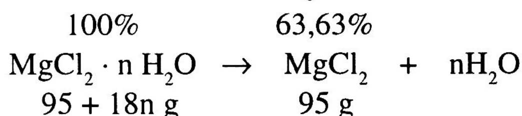
$$\frac{4,5}{120 + 18n} = \frac{2,4}{120} \qquad n = 6$$

Atsakymas: kristalohidrato formulė yra $MgSO_4 \cdot 6H_2O$.

3. Kokia $MaCl_2$ kristalohidrato formulė, jeigu, pašalinus vandenį, lieka 63,63% kietos medžiagos?

Sprendimas

Duota: ω ($MgCl_2$) = 63,63%; $M(MgCl_2 \cdot nH_2O)$ = 95 + 18n g/mol;
$M(MgCl_2)$ = 95 g/mol.
Rasti: kristalohidrato formulę.



$$\begin{array}{ccccc} 100\% & & 63,63\% & & \\ MgCl_2 \cdot n\,H_2O & \rightarrow & MgCl_2 & + & nH_2O \\ 95 + 18n\ g & & 95\ g & & \end{array}$$

$$\frac{100}{95 + 18n} = \frac{63,63}{95} \qquad n = 3$$

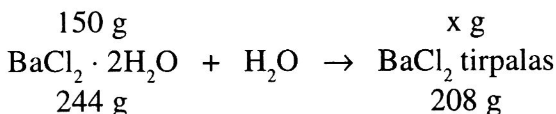
Atsakymas: kristalohidrato formulė yra $MgCl_2 \cdot 3H_2O$.

4. 150 g $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ ištirpinta 5 l vandens. Kokia bus $CaCl_2$ masės dalis procentais tirpale?

Sprendimas

Duota: $m(BaCl_2 \cdot 2H_2O)$ = 150 g; $M(BaCl_2 \cdot 2H_2O)$ = 244 g/mol;
$V(H_2O)$ = 5 l; $M(BaCl_2)$ = 208 g/mol.
Rasti: ω.

Užrašome sprendimo schemą:



$$\begin{array}{ccccccc} 150\ g & & & & & x\ g \\ BaCl_2 \cdot 2H_2O & + & H_2O & \rightarrow & BaCl_2\ tirpalas \\ 244\ g & & & & & 208\ g \end{array}$$

$$\frac{150}{244} = \frac{x}{208} \qquad x = 127,86\ g$$

Taigi tirpale bus 127,86 g bevandenio $BaCl_2$.

$$\omega = \frac{m(med\check{z}.) \cdot 100\%}{m(tirpal.)}$$

$$\omega = \frac{127{,}86 \cdot 100\%}{150\ g + 5000\ g} = 2{,}5\%$$

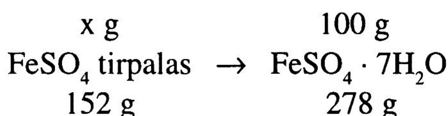
Atsakymas: $CaCl_2$ masės dalis tirpale yra 2,5%.

5. Atvėsinus 500 g 40% $FeSO_4$ tirpalo, iškrito 100 g $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ kristalohidrato. Kokia likusio $FeSO_4$ masės dalis procentais tirpale?

Sprendimas

Duota: $m(FeSO_4) = 500$ g; $\omega\ (FeSO_4) = 40\%$; $M(FeSO_4) = 152$ g/mol;
$m(FeSO_4 \cdot 7H_2O) = 100$ g; $M(FeSO_4 \cdot 7H_2O) = 278$ g/mol.
Rasti: ω.

Užrašome sprendimo schemą:



500 g gryno $FeSO_4$ yra:

$$m(med\check{z}.) = \frac{\omega \cdot m(tirpal.)}{100\ \%}$$

$$m(\text{medž.}) = \frac{500\ g \cdot 40\%}{100\%} = 200\ g$$

Kad išsikristalizuotų 100 g kristalihidrato, turėjo susinaudoti tam tikras kiekis $FeSO_4$:

$$\frac{x}{152} = \frac{100}{278} \qquad x = 54{,}67\ g\ (FeSO_4)$$

Tirpale $FeSO_4$ liko:
200 g – 54,67 g = 145,33 g

$$\omega = \frac{m(med\check{z}.) \cdot 100\%}{m(tirpal.)}$$

$$\omega = \frac{145{,}33\ g \cdot 100\%}{500\ g - 100\ g} = 36{,}3\%$$

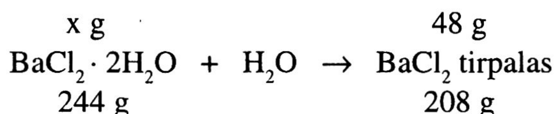
Atsakymas: medžiagos masės dalis tirpale yra 36,3%.

6. Kiek reikia vandens ir $BaCl_2 \cdot 2H_2O$, norint paruošti 200 ml 20% $BaCl_2$ tirpalo (ρ = 1,2 g/cm²)?

S p r e n d i m a s

Duota: $V(BaCl_2)$ = 200 ml; ω ($BaCl_2$) = 20%; ρ ($BaCl_2$) = 1,2 g/cm²;
$M(BaCl_2)$ = 208 g/mol; $M(BaCl_2 \cdot 2H_2O)$ = 244 g/mol.
Rasti: $m(H_2O)$; $m(BaCl_2 \cdot 2H_2O)$.

Užrašome schemą:



$m(tirpal.) = V \cdot \rho$
m(tirpal.) = 200 ml · 1,2 g/cm³ = 240 g

$$m(med\check{z}.) = \frac{m(tirpal.) \cdot \omega}{100\%}$$

$$m(\text{medž}) = \frac{240\text{ g} \cdot 20\%}{100\%} = 48\text{ g } BaCl_2$$

$$\frac{x}{244} = \frac{48}{208} \qquad x = 56{,}3\text{ g } BaCl_2 \cdot 2H_2O$$

Apskaičiuojame H_2O kiekį:
$m(H_2O)$ = 240 g – 56,3 g = 183,7 g

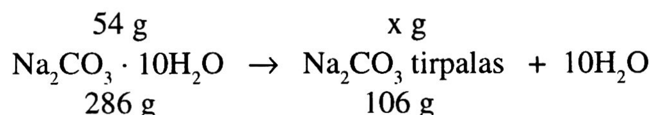
Atsakymas: reikia 183,7 g H_2O ir 56,3 g $BaCl_2 \cdot 2H_2O$.

7. Iš 54 g $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ reikia paruošti 10% Na_2CO_3 tirpalą. Kiek mililitrų vandens reikės pripilti į tirpalą?

S p r e n d i m a s

Duota: $m(Na_2CO_3 \cdot 10H_2O)$ = 54 g; $M(Na_2CO_3 \cdot 10H_2O)$ = 286 g/mol;
ω (Na_2CO_3) = 10%; $M(Na_2CO_3)$ = 106 g/mol.
Rasti: $V(H_2O)$.

Užrašome schemą:



$$\frac{54}{286} = \frac{x}{106} \qquad x = 20\ g\ Na_2CO_3$$

$$\omega = \frac{m(med\check{z}.) \cdot 100\%}{m(tirpal.)}$$

$$10\% = \frac{20\ g \cdot 100\%}{54\ g + x\ g} \qquad x = 146\ g,\ arba\ ml\ (H_2O)$$

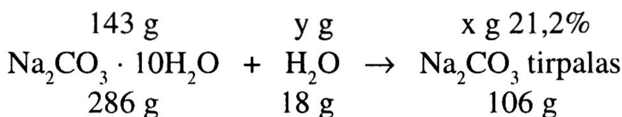
Atsakymas: reikės pripilti 146 ml H_2O.

8. Kokiame kiekyje vandens reikia ištirpinti 143 g $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$, kad susidarytų 21,2% Na_2CO_3?

Sprendimas

Duota: $m(Na_2CO_3 \cdot 10H_2O) = 143$ g; $M(Na_2CO_3 \cdot 10H_2O) = 286$ g/mol; $M(Na_2CO_3) = 106$ g/mol; $\omega(Na_2CO_3) = 21,2\%$; $M(H_2O) = 18$ g/mol.
Rasti: $V(H_2O)$.

Užrašome schemą:



$$\begin{array}{ccccc} 143\ g & & y\ g & & x\ g\ 21,2\% \\ Na_2CO_3 \cdot 10H_2O & + & H_2O & \rightarrow & Na_2CO_3\ tirpalas \\ 286\ g & & 18\ g & & 106\ g \end{array}$$

$$\frac{143}{286} = \frac{x}{106} \qquad x = 53\ g\ Na_2CO_3$$

$$\omega = \frac{m(med\check{z}.) \cdot 100\%}{m(tirpal.)}$$

$$21,2\% = \frac{53\ g \cdot 100\%}{143\ g + y}$$

$y = 107$ g, arba ml (H_2O)

Atsakymas: reikės 107 ml H_2O.

9. Apskaičiuokite $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ masę, kurią reikia pridėti prie 50 ml 5% Na_2SO_4 tirpalo ($\rho = 1,1$ g/cm^3), kad tirpalo koncentracija pasidarytų 10%.

Sprendimas

Duota: $M(Na_2SO_4 \cdot 10H_2O) = 322$ g/mol; $M(Na_2SO_4) = 142$ g/mol; $V(Na_2SO_4) = 50$ ml; $\omega\ (Na_2SO_4) = 5\%$; $\rho\ (Na_2SO_4) = 1,1$ g/cm^3.
Rasti: $m(Na_2SO_4 \cdot 10H_2O)$.

$m(tirpal.) = V \cdot \rho$

m(tirpal.) = 50 ml · 1,1 g/cm^3 = 55 g

$$m(med\check{z}.) = \frac{\omega \cdot m(tirpal.)}{100\%}$$

$$m(\text{medž.}) = \frac{5\% \cdot 55\ g}{100\%} = 2{,}75\ g\ 5\%\ \text{tirpale}$$

Pridėjus į pradinį tirpalą kristalohidrato, padidėja tirpalo masė (m) g bei medžiagos masė:

$$(\frac{142}{322 \cdot m})\ g = (0{,}44\ m)\ g$$

Taigi m(medž.) = 2,75 g + (0.44 m) g ir m(tirpal.) = (55 + m) g

$$10\% = \frac{2{,}75 + (0{,}44\ m) \cdot 100\%}{55}$$

m = 8,1 g

Atsakymas: kad koncentracija padidėtų, reikia pridėti 8,1 g kristalohidrato.

Savikontrolės uždaviniai

1. Kiek gramų $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ reikės, norint paruošti 424 g 5% Na_2CO_3 tirpalo? (Ats.: 57,2 g.)

2. $CaCl_2$ tirpalas gautas tirpinant 21,9 g $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ kristalohidrato 100 g vandens. Kokia gauto tirpalo medžiagos masės dalis procentais? (Ats.: 9,1%.)

3. Kiek vandens ir $Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$ reikia paimti, norint paruošti 400 g 23,5% $Cu(NO_3)_2$ tirpalo? (Ats.: 279 g; 121 g.)

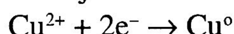
4. Kaitinant 35,8 g $Cr_2(SO_4)_3 \cdot nH_2O$, jo masė sumažėjo 16,2 g. Raskite kristalohidrato formulę. (Ats.: $Cr_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$.)

Elektrolizė

Oksidacijos ir redukcijos reakcijos, kurios vyksta ant elektrodų, per elektrolito tirpalą arba lydalą tekant nuolatinei elektros srovei, vadinamos **elektrolize**.

Vykstant elektrolizei elektros energija virsta chemine. Oksidacijos ir redukcijos procesai vyksta atskirai, t. y. ant skirtingų elektrodų. Elektrodas, ant kurio vyksta redukcija, vadinamas **katodu**, o elektrodas, ant kurio vyksta oksidacija, vadinamas **anodu**. Katodas prijungtas prie neigiamojo poliaus, todėl jo link juda katijonai, anodas prijungtas prie teigiamojo poliaus, todėl jo link juda anijonai. Dėl šių procesų vyksta elektronų judėjimas išorine grandine – teka elektros srovė.

Katodiniai procesai. Elektrolizės metu katodo link juda teigiamieji jonai – metalo arba vandenilio jonai. Jeigu metalai aktyvūs, tai jų jonai yra pasyvūs ir tada vietoj jų redukuojasi vandens molekulės bei skiriasi H_2. Aktyviųjų metalų, esančių įtampų eilėje Li–Al, jonai vandeniniuose tirpaluose nesiredukuoja. Jeigu metalai yra pasyvūs (Cu–Au), jų katijonai visiškai redukuojasi ant katodo:

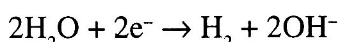


$$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu^o$$

Metalų katijonai nuo Al–H_2 redukuojasi kartu su vandens molekulėmis:

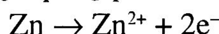


$$Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn^o$$



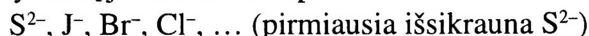
$$2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$$

Anodiniai procesai. Anodas elektrolizės metu gali būti tirpus, kai jis metalinis (Zn, Cu, Ag), bei netirpus – inertinis, kai jis grafitinis, anglies ar platininis. Elektrolizės metu tirpus anodas oksiduojasi ir susidarę katijonai pereina į tirpalą, pvz.:



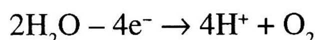
$$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$$

Netirpaus anodo link juda neigiamieji jonai: rūgšties liekanos arba OH^-. Pagal aktyvumą jie išsidėsto taip:



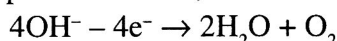
S^{2-}, J^-, Br^-, Cl^-, ... (pirmiausia išsikrauna S^{2-})

Deguoninės rūgščių liekanos tirpaluose nesioksiduoja. Oksiduosis vandens molekulės, jei tirpalai rūgštūs ar neutralūs:



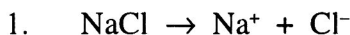
$$2H_2O - 4e^- \rightarrow 4H^+ + O_2$$

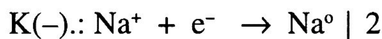
Jei tirpalai šarminiai, oksiduosis OH^-:

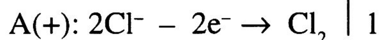


$$4OH^- - 4e^- \rightarrow 2H_2O + O_2$$

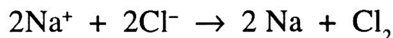
LYDALŲ ELEKTROLIZĖ

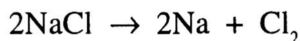

1. $NaCl \rightarrow Na^{+} + Cl^{-}$

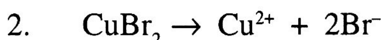

$K(-).: Na^{+} + e^{-} \rightarrow Na^{o} \quad | \; 2$

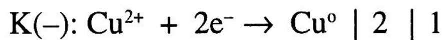

$A(+): 2Cl^{-} - 2e^{-} \rightarrow Cl_2 \quad | \; 1$

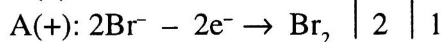
Elektronų skaičius gaunamas su koeficientų pagalba. Sudėję oksidacijos bei redukcijos puslygtes, gauname bendrą elektrolizės lygtį:


$2Na^{+} + 2Cl^{-} \rightarrow 2\,Na + Cl_2$

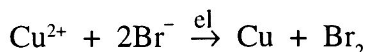

$2NaCl \rightarrow 2Na + Cl_2$

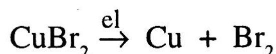

2. $CuBr_2 \rightarrow Cu^{2+} + 2Br^{-}$


$K(-): Cu^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Cu^{o} \quad | \; 2 \; | \; 1$

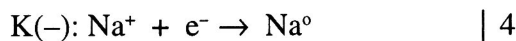

$A(+): 2Br^{-} - 2e^{-} \rightarrow Br_2 \quad | \; 2 \; | \; 1$

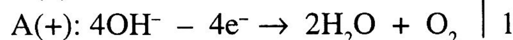
Suminė lygtis:


$Cu^{2+} + 2Br^{-} \xrightarrow{el} Cu + Br_2$

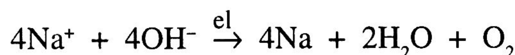

$CuBr_2 \xrightarrow{el} Cu + Br_2$

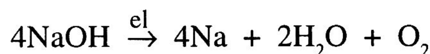

$NaOH \rightarrow Na^{+} + OH^{-}$


$K(-): Na^{+} + e^{-} \rightarrow Na^{o} \quad | \; 4$


$A(+): 4OH^{-} - 4e^{-} \rightarrow 2H_2O + O_2 \quad | \; 1$

Suminė lygtis:

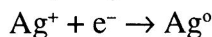

$4Na^{+} + 4OH^{-} \xrightarrow{el} 4Na + 2H_2O + O_2$


$4NaOH \xrightarrow{el} 4Na + 2H_2O + O_2$

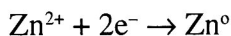
TIRPALŲ ELEKTROLIZĖ

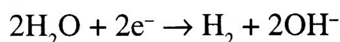
Redukcija ant katodo

1. Metalų katijonai nuo Cu^{2+} iki Au^{3+} visiškai redukuojasi ant katodo:


$Ag^{+} + e^{-} \rightarrow Ag^{o}$

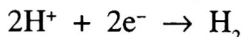
2. Metalų katijonai nuo Al^{3+} iki vandenilio redukuojasi kartu su vandens molekulėmis:


$Zn^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Zn^{o}$


$2H_2O + 2e^{-} \rightarrow H_2 + 2OH^{-}$

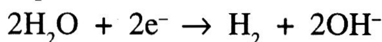
3. Metalų katijonai nuo Li^+ iki Al^{3+} imtinai nesiredukuoja; redukuojasi tik vandens molekulės. Ant katodo skiriasi H_2 dujos:

a) jei imto metalo tirpalas yra rūgštus:



$$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$$

b) jei tirpalai neutralūs arba šarminiai:



$$2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$$

4. Aktyvieji metalai gaunami tik lydalų elektrolizės būdu (būtinas Hg katodas). Tai amalgamų gavimo būdas, kai metalas nusėda ant katodo bei ištirpsta jame.

Oksidacija ant anodo

Elektrolizėje naudojami tirpieji (aktyvūs) bei inertiniai (pasyvūs) anodai. Tirpieji anodai, paprastai gaminami iš cinko, vario ar kitų metalų, elektrolizės metu tirpsta ir katijonų pavidalu pereina į tirpalą:



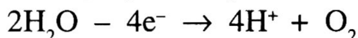
$$Me \rightarrow Me^{n+} + ne^-$$

Netirpūs elektrodai paprastai gaminami iš švino, grafito, platinos ar kitų metalų bei lydinių. Jie yra elektros laidininkai. Šiame skyrelyje pateikta uždavinių su inertiniais elektrodais, todėl būtina žinoti keletą taisyklių.

1. Elektrolizuojant nedeguonines rūgštis bei jų druskas (išskyrus fluoridus), prie anodo oksiduosis anijonai (jei tirpale yra S^{2-} jonų, jie oksiduosis pirmiausia).

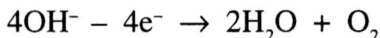
2. Elektrolizuojant vandeninius deguoninių rūgščių bei jų druskų tirpalus, ant anodo oksiduosis:

a) jei druskų tirpalai rūgštūs ar neutralūs:



$$2H_2O - 4e^- \rightarrow 4H^+ + O_2$$

b) jei tirpalai šarminiai:



$$4OH^- - 4e^- \rightarrow 2H_2O + O_2$$

Elektrolizės pavyzdžiai, kai naudojamas tirpusis anodas.

1) $CuSO_4$ tirpalo elektrolizė, kai naudojamas varinis anodas:



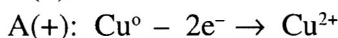
$$CuSO_4 \rightarrow Cu^{2+} + SO_4^{2-}$$



$$H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$$



$$K(-): Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu^o$$



$$A(+): Cu^o - 2e^- \rightarrow Cu^{2+}$$

Kadangi tirpsta anodas, tirpale daugėja Cu^{2+}, o $CuSO_4$ kiekis tirpale nekinta.

2) $CuCl_2$ tirpalo elektrolizė, naudojant varinį anodą:



$$CuCl_2 \rightarrow Cu^{2+} + 2Cl^-$$



$$H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$$



$$K(-): Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu^o$$



$$A(+): Cu^o - 2e^- \rightarrow Cu^{2+}$$

Kadangi tirpsta anodas, tirpale daugėja Cu^{2+}, o $CuCl_2$ kiekis tirpale nekinta.

Elektrolizės pavyzdžiai

KCl tirpalo elektrolizė:



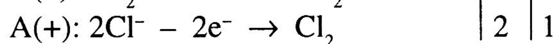
$$KCl \rightarrow K^+ + Cl^-$$



$$H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$$

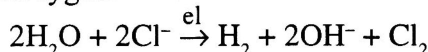


$$K(-): 2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^- \quad | 2 \quad | 1$$



$$A(+): 2Cl^- - 2e^- \rightarrow Cl_2 \quad | 2 \quad | 1$$

Suminė lygtis:



$$2H_2O + 2Cl^- \xrightarrow{el} H_2 + 2OH^- + Cl_2$$

Bendroji elektrolizės lygtis:



$$2H_2O + 2KCl \xrightarrow{el} H_2 + 2KOH + Cl_2$$

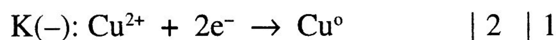
$CuSO_4$ tirpalo elektrolizė:



$$CuSO_4 \rightarrow Cu^{2+} + SO_4^{2-}$$



$$H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$$

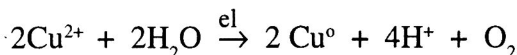


$$K(-): Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu^o \quad | 2 \quad | 1$$



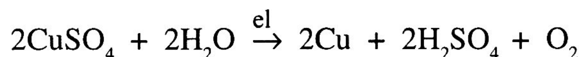
$$A(+): 2H_2O - 4e^- \rightarrow 4H^+ + O_2 \quad | 4 \quad | 2$$

Suminė lygtis:



$$2Cu^{2+} + 2H_2O \xrightarrow{el} 2\,Cu^o + 4H^+ + O_2$$

Bendroji lygtis:



$$2CuSO_4 + 2H_2O \xrightarrow{el} 2Cu + 2H_2SO_4 + O_2$$

Elektrolizės dėsniai

Elektrolizės metu išsiskyręs medžiagos masės kiekis yra proporcingas perėjusios per tirpalą elektros kiekiui. Per tirpalą perėję 96 500 kulonų išskiria ant elektrodų po vieną ekvivalentą medžiagos:

$$m = E \cdot \frac{I \cdot t}{F}$$

m – išsiskyrusios medžiagos masė (g)
E – medžiagos ekvivalentinė masė (g/mol)
F – Faradėjaus konstanta = 96 500 kulonų (C/mol)
I – srovės stiprumas amperais
t – elektrolizės laikas sekundėmis

Elektrolizės uždaviniai taikant Faradėjaus dėsnį

Faradėjaus dėsnis. Tekant elektrolitu elektros srovei, ant elektrodo išsiskiria medžiaga, kurios masė m proporcinga elektrolitu pratekėjusiam elektros krūviui Δq.

$$m = k \cdot \Delta q$$
$$m = k \cdot I \cdot \Delta t$$

I – srovės stiprumas; Δt – srovės tekėjimo laikas;
F (Faradas) – elektrinės talpos vienetas

Elektrolito masė, vykstant elektrolizei, ir medžiagų, susidarančių ant elektrodų, masė yra tiesiai proporcinga elektros kiekiui, pereinančiam per elektrolito tirpalą arba lydalą, ir ekvivalentiškoms tų medžiagų masėms.

$$m = \frac{E \cdot I \cdot t}{F}$$

m – elektrolizuojamos arba susidariusios medžiagos masė (g)
E – ekvivalentas (g/mol)
I – srovės stiprumas (A)
t – laikas (s)
F – 96 500 kulonų

Per tirpalą perėję 96 500 kulonų išskiria ant elektrodo po 1 medžiagos ekvivalentą (E).

$$E(elemento\ okside) = \frac{Ar\ (atominė\ masė)}{valentingumas}$$

$$E(rūgšties) = \frac{Mr\ (molekulinė\ masė)}{bazingumas}$$

$$E(bazės) = \frac{Mr}{hidroksilo\ grupių\ skaičius}$$

$$E(druskos) = \frac{Mr}{metalo\ atomų\ skaičius \cdot metalo\ valentingumo}$$

Elementų bei junginių ekvivalentines mases galima apskaičiuoti ir pagal **ekvivalentų dėsnį**, kuris sako, kad medžiagos jungiasi arba pakeičia viena kitą masės kiekiais, proporcingais jų ekvivalentams.

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{E_1}{E_2}$$

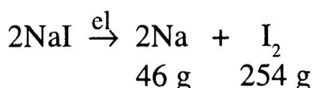
m_1 ir m_2 – reaguojančių medžiagų masės
E_1 ir E_2 – reaguojančių medžiagų ekvivalentai

U ž d a v i n i a i

1. Kiek Na išsiskyrė ant katodo, elektrolizuojant NaI lydalą, jeigu prie anodo išsiskyrė 254 g jodo?

S p r e n d i m a s

Duota: $M(I_2)$ = 254 g/mol; $m(I_2)$ = 254 g; M(Na) = 23 g/mol.
Rasti: m(Na).



$$2NaI \xrightarrow{el} \underset{46\ g}{2Na} + \underset{254\ g}{I_2}$$

$$n = \frac{m}{M}$$

$$n(I_2) = \frac{254\ g}{254\ g/mol} = 1\ mol, \text{ tai}$$

n(Na) = 1 mol · 2 = 2 mol (pagal reakciją).

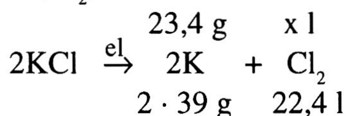
$m = n \cdot M$
m(Na) = 2 mol · 23 g/mol = 46 g

Atsakymas: išsiskyrė 46 g Na.

2. Elektrolizuojant KCl lydalą, prie katodo išsiskyrė 23,4 g K. Kiek litrų chloro išsiskyrė prie anodo?

S p r e n d i m a s

Duota: $m(\text{K}) = 23{,}4$ g; $M(\text{K}) = 39$ g/mol.
Rasti: $V(\text{Cl}_2)$.



$$\begin{array}{cccc} & 23{,}4\text{ g} & & x\text{ l} \\ 2\text{KCl} \xrightarrow{\text{el}} & 2\text{K} & + & \text{Cl}_2 \\ & 2 \cdot 39\text{ g} & & 22{,}4\text{ l} \end{array}$$

$$n = \frac{m}{M}$$

$$n(\text{K}) = \frac{23{,}4\text{ g}}{39\text{ g/mol}} = 0{,}6\text{ mol, tai}$$

$$n(\text{Cl}_2) = \frac{0{,}6\text{ mol}}{2} = 0{,}3\text{ mol (pagal reakciją).}$$

$$n = \frac{V}{V_m}$$

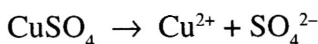
$$V(\text{Cl}_2) = 0{,}3\text{ mol} \cdot 22{,}4\text{ l/mol} = 6{,}72\text{ l}$$

Atsakymas: išsiskyrė 6,72 l chloro.

3. Elektrolizuojant $CuSO_4$ tirpalą, prie anodo išsiskyrė 2,8 l dujų. Kokios tai dujos? Kokia medžiaga ir kiek jos išsiskirs prie katodo? Kiek gramų $CuSO_4$ sureaguos?

S p r e n d i m a s

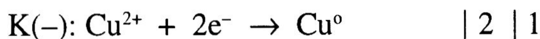
Duota: $V(\text{dujų}) = 2{,}8$ l; $M(\text{CuSO}_4) = 160$ g/mol; $M(\text{Cu}) = 64$ g/mol.
Rasti: $m(\text{medž.})$; kokia medžiaga; $m(\text{CuSO}_4)$, kuri sureaguos.

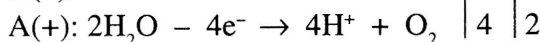


$$\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$$



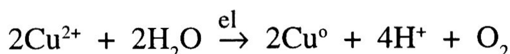
$$\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$$





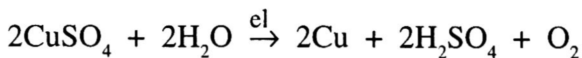
$$\begin{array}{ll|l|l} \text{K(–):} & \text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}^0 & 2 & 1 \\ \text{A(+):} & 2\text{H}_2\text{O} - 4e^- \rightarrow 4\text{H}^+ + \text{O}_2 & 4 & 2 \end{array}$$

Suminė lygtis:

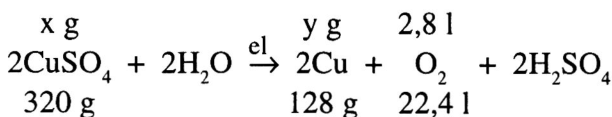


$$2\text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{el}} 2\text{Cu}^0 + 4\text{H}^+ + \text{O}_2$$

Bendroji lygtis:



$$2CuSO_4 + 2H_2O \xrightarrow{el} 2Cu + 2H_2SO_4 + O_2$$



$$\underset{320\text{ g}}{\overset{x\text{ g}}{2CuSO_4}} + 2H_2O \xrightarrow{el} \underset{128\text{ g}}{\overset{y\text{ g}}{2Cu}} + \underset{22{,}4\text{ l}}{\overset{2{,}8\text{ l}}{O_2}} + 2H_2SO_4$$

$$n = \frac{V}{V_m}$$

$$n(O_2) = \frac{2{,}8\text{ l}}{22{,}4\text{ l/mol}} = 0{,}125\text{ mol}$$

$$n(Cu) = 0{,}125\text{ mol} \cdot 2 = 0{,}25\text{ mol}$$

$$n(Cu) = n(CuSO_4)$$

$$m = n \cdot M$$

$$m(Cu) = 0{,}25\text{ mol} \cdot 64\text{ g/mol} = 16\text{ g}$$

$$m(CuSO_4) = 0{,}25\text{ mol} \cdot 160\text{ g/mol} = 40\text{ g}$$

Atsakymas: sureagavo 40 g $CuSO_4$; išsiskyrė O_2 dujos; prie katodo susidarė 16 g Cu.

4. Elektrolizuojant Na_2SO_4 tirpalą, gauta 280 l O_2. Raskite susiskaidžiusio H_2O masę.

S p r e n d i m a s

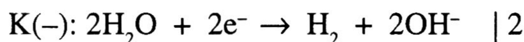
Duota: $V(O_2) = 280$ l; $M(H_2O) = 18$ g/mol.
Rasti: $m(H_2O)$.



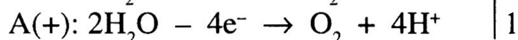
$$Na_2SO_4 \rightarrow 2Na^+ + SO_4^{2-}$$



$$H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$$

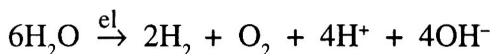


$$K(-)\!: 2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^- \quad | \; 2$$

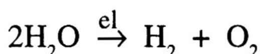


$$A(+)\!: 2H_2O - 4e^- \rightarrow O_2 + 4H^+ \quad | \; 1$$

Suminė lygtis:

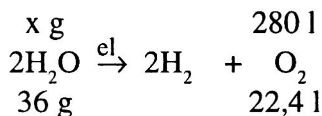


$$6H_2O \xrightarrow{el} 2H_2 + O_2 + 4H^+ + 4OH^-$$



$$2H_2O \xrightarrow{el} H_2 + O_2$$

Vyko tik H_2O elektrolizė:



$$\underset{36\ \text{g}}{\overset{\text{x g}}{2H_2O}} \xrightarrow{\text{el}} 2H_2 + \underset{22{,}4\ \text{l}}{\overset{280\ \text{l}}{O_2}}$$

$$\frac{x}{36} = \frac{280}{22{,}4} \qquad x = 450\ \text{g}\ H_2O$$

Atsakymas: susiskaidė 450 g vandens.

5. Elektrolizuojant NaCl tirpalą gauta 250 kg 40% NaOH. Raskite susidariusio H_2 tūrį.

S p r e n d i m a s

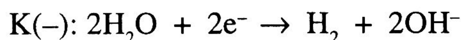
Duota: m(NaOH) = 250 kg; ω(NaOH) = 40%; M(NaOH) = 40 g/mol.
Rasti: $V(H_2)$.



$$NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$$



$$H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$$

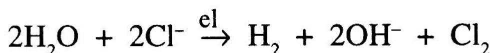


$$K(-){:}\ 2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$$



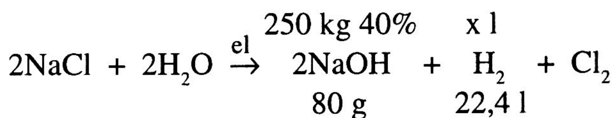
$$A(+){:}\ 2Cl^- - 2e^- \rightarrow Cl_2$$

Suminė lygtis:



$$2H_2O + 2Cl^- \xrightarrow{\text{el}} H_2 + 2OH^- + Cl_2$$

Bendroji lygtis:



$$2NaCl + 2H_2O \xrightarrow{\text{el}} \underset{80\ \text{g}}{\overset{250\ \text{kg}\ 40\%}{2NaOH}} + \underset{22{,}4\ \text{l}}{\overset{\text{x l}}{H_2}} + Cl_2$$

$$\omega = \frac{m_m \cdot 100\%}{m_t} \qquad m_m = \frac{\omega \cdot m_t}{100\%}$$

$$m(NaOH) = \frac{250\ \text{kg} \cdot 40\%}{100\%} = 100\ \text{kg} = 100\ 000\ \text{g}$$

$$\frac{100\ 000}{80} = \frac{x}{22{,}4} \qquad x = 28\ 000\ \text{l} = 28\ \text{m}^3$$

Atsakymas: susidariusio H_2 tūris yra 28 m^3.

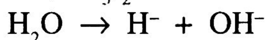
6. Iškaitinus tam tikrą kiekį $Cu(NO_3)_2$, išsiskiria dujiniai produktai. Tokį pat druskos kiekį ištirpinus ir visiškai elektrolizavus tirpalą, susidarė 4,48 l dujų. Kiek druskos buvo paimta? Kokios dujos ir koks jų tūris susidarė kaitinant druską?

S p r e n d i m a s

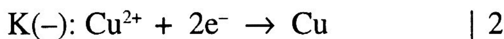
Duota: V(dujų) = 4,48 l; $M(Cu(NO_3)_2)$ = 188 g/mol.
Rasti: m(druskos); kokios dujos susidarė; V(dujų).



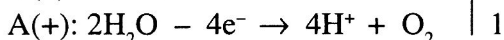
$$Cu(NO_3)_2 \rightarrow Cu^{2+} + 2NO_3^-$$



$$H_2O \rightarrow H^- + OH^-$$

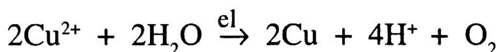


$$K(-): Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu \quad | \; 2$$



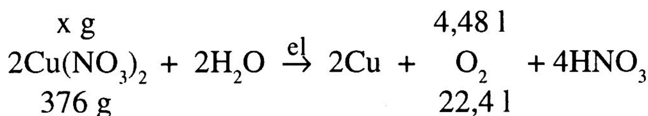
$$A(+): 2H_2O - 4e^- \rightarrow 4H^+ + O_2 \quad | \; 1$$

Suminė lygtis:



$$2Cu^{2+} + 2H_2O \xrightarrow{el} 2Cu + 4H^+ + O_2$$

Bendroji lygtis:



$$\underset{376\ g}{\overset{x\ g}{2Cu(NO_3)_2}} + 2H_2O \xrightarrow{el} 2Cu + \underset{22,4\ l}{\overset{4,48\ l}{O_2}} + 4HNO_3$$

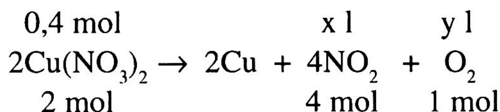
$$n = \frac{V}{V_m};$$

$$n(O_2) = \frac{4,48\ l}{22,4\ l/mol} = 0,2\ mol$$

$$n(Cu(NO_3)_2) = 0,2\ mol \cdot 2 = 0,4\ mol$$

$$m = n \cdot M$$

$$m(Cu(NO_3)_2) = 0,4\ mol \cdot 188\ g/mol = 75,2\ g$$



$$\underset{2\ mol}{\overset{0,4\ mol}{2Cu(NO_3)_2}} \rightarrow 2Cu + \underset{4\ mol}{\overset{x\ l}{4NO_2}} + \underset{1\ mol}{\overset{y\ l}{O_2}}$$

$$n = \frac{m}{M}$$

$$n(NO_2) = 0,4\ mol \cdot 2 = 0,8\ mol$$

$$V = n \cdot V_m$$

$$V(NO_2) = 0,8\ mol \cdot 22,4\ l/mol = 17,92\ l$$

$n(O_2) = 0{,}2$ mol

$V(O_2) = 0{,}2 \text{ mol} \cdot 22{,}4 \text{ l/mol} = 4{,}48$ l

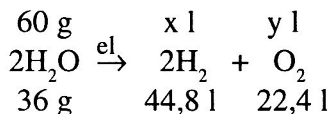
Atsakymas: buvo paimta kaitinti 75,2 g $Cu(NO_3)_2$; susidarė 17,92 l NO_2; 4,48 l O_2.

7. Koks tūris dujų susidarys prie elektrodų, leidžiant elektros srovę pro Na_2SO_4 tirpalą, jei elektrolizės metu 500 ml tirpalo tūris sumažėjo 60 ml?

S p r e n d i m a s

Duota: V(tirpalo) = 500 ml; ΔV(tirpalo) = 60 ml; $M(H_2O)$ = 18 g/mol.
Rasti: V(dujų).

Elektrolizuosis tik vanduo:



$$\underset{36\text{ g}}{\overset{60\text{ g}}{2H_2O}} \xrightarrow{el} \underset{44{,}8\text{ l}}{\overset{x\text{ l}}{2H_2}} + \underset{22{,}4\text{ l}}{\overset{y\text{ l}}{O_2}}$$

Tirpalo tūris sumažėjo 60 ml, nes toks H_2O kiekis suskilo.

60 ml = 60 g H_2O

$$\frac{60}{36} = \frac{x}{44{,}8} \qquad x = 74{,}7 \text{ l } H_2$$

$$\frac{60}{36} = \frac{y}{22{,}4} \qquad y = 37{,}3 \text{ l } O_2$$

Atsakymas: susidarys 74,7 l H_2 ir 37,3 l O_2.

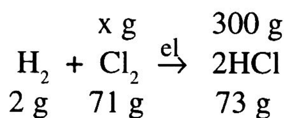
8. H_2 ir Cl_2, gauti elektrolizuojant NaCl tirpalą, panaudoti HCl gauti. Kiek litrų 18% NaCl (ρ = 1,132 g/cm^3) sunaudota, jei pasigamino 1 kg 30% HCl?

S p r e n d i m a s

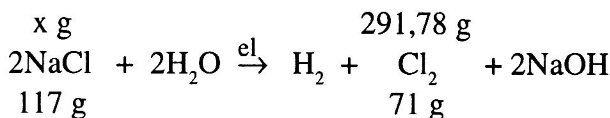
Duota: ω (NaCl) = 18%; ρ (NaCl) = 1,132 g/cm^3; m(HCl) = 1 kg;
M(HCl) = 36,5 g/mol; M(NaCl) = 58,5 g/mol; ω(HCl) = 30%.
Rasti: V(NaCl).

$$m_m = \frac{\omega \cdot m_t}{100\%}$$

$$m(\text{HCl}) = \frac{1000 \cdot 30}{100} = 300 \text{ g HCl}$$



$$\frac{x}{71} = \frac{300}{73} \qquad x = 291{,}78 \text{ g } Cl_2$$



$$\frac{x}{117} = \frac{291{,}78}{71} \qquad x = 480{,}82 \text{ g NaCl}$$

$$m_t = \frac{m_m \cdot 100\%}{\omega}$$

$$m\,(\text{NaCl}) = \frac{480{,}82 \cdot 100}{18} = 2671{,}22 \text{ g}$$

$$V = \frac{m_t}{\rho}$$

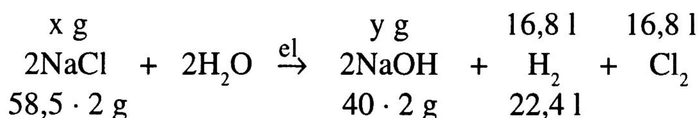
$$V = \frac{2671{,}22}{1{,}132} = 2359{,}7 \text{ ml NaCl} = 2{,}36 \text{ l}$$

Atsakymas: sunaudota 2,36 l NaCl.

9. Elektrolizuojama 2 l 20% NaCl ($\rho = 1{,}15$ g/cm^3). Tirpalo elektrolizė pasibaigė, kai bendras išsiskyrusių dujų tūris sudarė 33,6 l. Kiek ir kokių medžiagų liko tirpale?

S p r e n d i m a s

Duota: V(NaCl) = 2 l; ω(NaCl) = 20%; M(NaCl) = 58,5 g/mol;
ρ(NaCl) = 1,15 g/cm^3; V(dujų) = 33,6 l; M(NaOH) = 40 g/mol.
Rasti: m(medž. tirpale); kokių medžiagų liko tirpale.



Kadangi bendras dujų tūris yra lygus 33,6 l, tai H_2 ir Cl_2 bus po 16,8 l.

$$\frac{16{,}8}{22{,}4} = \frac{y}{80} \qquad y = 60 \text{ g NaOH}$$

Tirpalo masė yra:

$$m = V \cdot \rho = 2000\ \text{ml} \cdot 1{,}15\ \text{g/cm}^3 = 2300\ \text{g}$$

$$\begin{array}{rcl} 100\ \text{g} & \text{tirpalo} & 20\ \text{g NaCl} \\ 2300\ \text{g} & \text{———} & \text{x g} \\ & \text{x} = & 460\ \text{g NaCl} \end{array}$$

$$\frac{x}{117} = \frac{16{,}8}{22{,}4} \qquad x = 87{,}75\ \text{g NaCl}$$

Po elektrolizės tirpale liko:

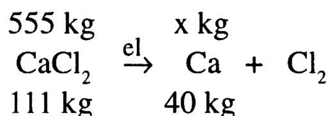
$$460\ \text{g} - 87{,}75\ \text{g} = 372{,}25\ \text{g NaCl}$$

Atsakymas: tirpale liko 372,25 g NaCl.

10. Kiek metalinio Ca galima gauti elektrolizuojant 555 kg $CaCl_2$ lydalo, jei jo praktinė išeiga 95%?

Sprendimas

Duota: $m(CaCl_2) = 555$ kg; $\eta = 95\%$; $M(CaCl_2) = 111$ kg/mol.
Rasti: m(Ca).



$$\begin{array}{ccccc} 555\ \text{kg} & & x\ \text{kg} & & \\ CaCl_2 & \xrightarrow{el} & Ca & + & Cl_2 \\ 111\ \text{kg} & & 40\ \text{kg} & & \end{array}$$

$$\frac{555}{111} = \frac{x}{40} \qquad x = 200\ \text{kg}$$

$$\eta(išeiga) = \frac{m_{praktinė} \cdot 100\%}{m_{teorinė}}$$

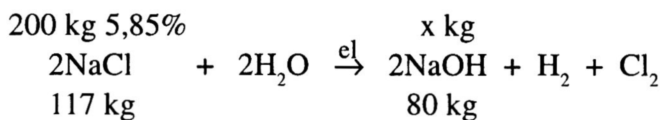
$$95\% = \frac{x \cdot 100}{200} \qquad x = 190\ \text{kg}$$

Atsakymas: galima gauti 190 kg metalinio Ca.

11. Kiek kilogramų NaOH galima gauti atlikus 200 kg 5,85% NaCl tirpalo elektrolizę, jei produkto išeiga sudaro 95%?

Sprendimas

Duota: $\eta = 95\%$; m(NaCl) = 200 kg; ω (NaCl) = 5,85%;
M(NaCl) = 58,5 kg/mol; M(NaOH) = 40 kg/mol.
Rasti: m(NaOH).



$$\begin{array}{lcl} 200\ \text{kg}\ 5{,}85\% & & x\ \text{kg} \\ 2NaCl + 2H_2O & \xrightarrow{el} & 2NaOH + H_2 + Cl_2 \\ 117\ \text{kg} & & 80\ \text{kg} \end{array}$$

$$m_m = \frac{\omega \cdot m_t}{100\%}$$

$$m_m = \frac{200 \cdot 5{,}85}{100} = 11{,}7\ \text{kg}$$

$$\frac{11{,}7}{117} = \frac{x}{80} \qquad x = 8\ \text{kg NaOH}$$

$$\eta(i\check{s}eiga) = \frac{m_{praktin\dot{e}} \cdot 100\%}{m_{teorin\dot{e}}}$$

$$95 = \frac{x \cdot 100}{8} \qquad x = 7{,}6\ \text{kg}$$

Atsakymas: galima gauti 7,6 kg NaOH.

12. Elektrolizuojant $NiSO_4$ tirpalą, prie katodo išsiskyrė 354 g Ni, kurio išeiga 80%. Raskite išsiskyrusio deguonies tūrį.

S p r e n d i m a s

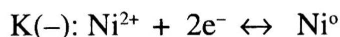
Duota: m(Ni) = 354 g; M(Ni) = 59 g/mol; η = 80%.
Rasti: $V(O_2)$.



$NiSO_4 \leftrightarrow Ni^{2+} + SO_4^{2-}$



$H_2O \leftrightarrow H_+ + OH^-$

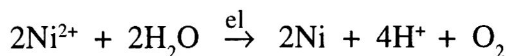


K(–): $Ni^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Ni^o$



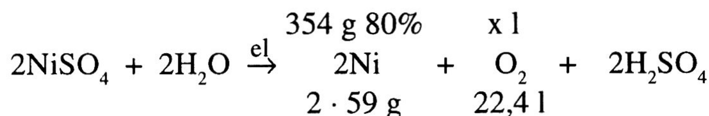
A(+): $2H_2O - 4e^- \rightarrow 4H^+ + O_2$

Suminė lygtis:



$$2Ni^{2+} + 2H_2O \xrightarrow{el} 2Ni + 4H^+ + O_2$$

Bendroji lygtis:



$$\begin{array}{lcccc} & & 354\ \text{g}\ 80\% & & x\ \text{l} & \\ 2NiSO_4 + 2H_2O & \xrightarrow{el} & 2Ni & + & O_2 & + 2H_2SO_4 \\ & & 2 \cdot 59\ \text{g} & & 22{,}4\ \text{l} & \end{array}$$

$$m_{teorinė} = \frac{m_{praktinė} \cdot 100\%}{\eta} \qquad m_{teorinė} = \frac{354 \cdot 100}{80} = 442{,}5 \text{ g}$$

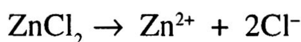
$$\frac{442{,}5}{118} = \frac{x}{22{,}4} \qquad x = 84 \text{ l}$$

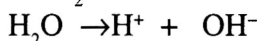
Atsakymas: deguonies tūris yra 84 l.

13. Elektrolizuojant $ZnCl_2$ tirpalą, prie anodo išsiskyrė 13,44 l Cl_2 (n. s.), prie katodo 31,2 g Zn. Kokia cinko išeiga?

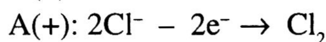
Sprendimas

Duota: $V(Cl_2)$ = 13,44 l; m(Zn) = 31,2 g; M(Zn) = 65 g/mol.
Rasti: η(Zn).

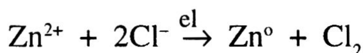

$ZnCl_2 \rightarrow Zn^{2+} + 2Cl^-$


$H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$

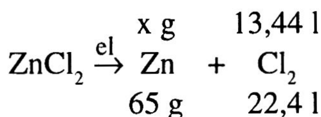

K(–): $Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn^o$


A(+): $2Cl^- - 2e^- \rightarrow Cl_2$

Suminė lygtis:


$$Zn^{2+} + 2Cl^- \xrightarrow{el} Zn^o + Cl_2$$

Bendroji lygtis:


$$ZnCl_2 \xrightarrow{el} \underset{65\text{ g}}{\overset{x\text{ g}}{Zn}} + \underset{22{,}4\text{ l}}{\overset{13{,}44\text{ l}}{Cl_2}}$$

$$\eta\ (išeiga) = \frac{m_{praktinė} \cdot 100\%}{m_{teorinė}}$$

$$\frac{x}{65} = \frac{13{,}44}{22{,}4} \qquad x = 39 \text{ g}$$

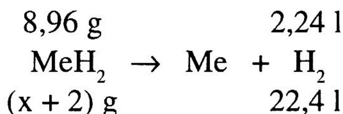
$$\eta = \frac{31{,}2 \cdot 100}{39} = 80\%$$

Atsakymas: cinko išeiga yra 80%.

14. Atlikus 8,96 g dvivalenčio Me hidrido lydalo elektrolizę, ant anodo išsiskyrė 2,24 l H_2. Raskite medžiagos formulę.

S p r e n d i m a s

Duota: $m(MeH_2) = 8{,}96$ g; $V(H_2) = 2{,}24$ l.
Rasti: medžiagos formulę.



$$\begin{array}{ccccc} 8{,}96\ \text{g} & & & & 2{,}24\ \text{l} \\ MeH_2 & \rightarrow & Me & + & H_2 \\ (x+2)\ \text{g} & & & & 22{,}4\ \text{l} \end{array}$$

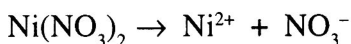
$$\frac{8{,}96}{x+2} = \frac{2{,}24}{22{,}4} \qquad x = 87{,}6\ \text{g Sr}$$

Atsakymas: medžiagos formulė yra SrH_2.

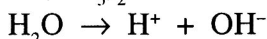
15. Elektrolizuojant 183 g 50% $Ni(NO_3)_2$ tirpalo, ant katodo išsiskyrė 29,5 g metalo. Apskaičiuokite elektrolizeryje susidariusios rūgšties masės dalį procentais ir dujų, išsiskyrusių ant anodo, tūrį.

S p r e n d i m a s

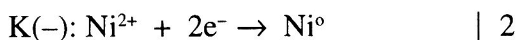
Duota: $m(Ni(NO_3)_2) = 183$ g; $M(Ni(NO_3)_2) = 183$ g/mol; $M(Ni) = 59$ g/mol;
$M(HNO_3) = 63$ g/mol; $\omega(Ni(NO_3)_2) = 50\%$; $m(Ni) = 29{,}5$ g.
Rasti: ω (rūgšties); V(dujų).



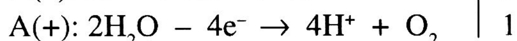
$$Ni(NO_3)_2 \rightarrow Ni^{2+} + NO_3^-$$



$$H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$$

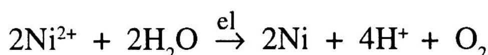


$$K(-): Ni^{2+} + 2e^- \rightarrow Ni^0 \quad | \; 2$$



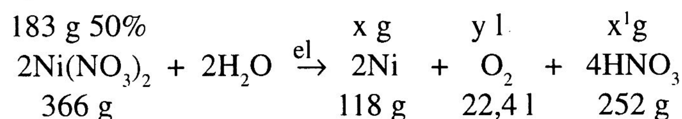
$$A(+): 2H_2O - 4e^- \rightarrow 4H^+ + O_2 \quad | \; 1$$

Suminė lygtis:



$$2Ni^{2+} + 2H_2O \xrightarrow{el} 2Ni + 4H^+ + O_2$$

Bendroji lygtis:



$$\begin{array}{ccccccccc} 183\ \text{g}\ 50\% & & & & x\ \text{g} & & y\ \text{l} & & x^1\text{g} \\ 2Ni(NO_3)_2 & + & 2H_2O & \xrightarrow{el} & 2Ni & + & O_2 & + & 4HNO_3 \\ 366\ \text{g} & & & & 118\ \text{g} & & 22{,}4\ \text{l} & & 252\ \text{g} \end{array}$$

$$m_m = \frac{m_t \cdot \omega}{100\%} \qquad m(Ni(NO_3)_2) = \frac{183 \cdot 50}{100} = 91{,}5\ \text{g}$$

$m(H_2O) = m(tirpal.) - m(medž.)$

$m(H_2O) = 183 \text{ g} - 91{,}5 \text{ g} = 91{,}5 \text{ g}$

$\frac{91{,}5}{366} = \frac{y}{22{,}4}$ $y = 5{,}6 \text{ l } O_2$

$\frac{91{,}5}{366} = \frac{x^1}{252}$ $x^1 = 63 \text{ g } HNO_3$

$\frac{91{,}5}{366} = \frac{x}{118}$ $x = 29{,}5$ g (tiek Ni išsiskyrė iš tirpalo)

$$\frac{m}{M} = \frac{V}{V_m}$$

$$m(O_2) = \frac{V \cdot M}{V_m}$$

$m(O_2) = \frac{5{,}6 \cdot 32}{22{,}4} = 8$ g (tiek O_2 išsiskyrė iš tirpalo)

Tirpale nebeliko:

$29{,}5 \text{ g Ni} + 8 \text{ g } O_2 = 37{,}5 \text{ g}$

Tirpalo masė:

$183 \text{ g} - 37{,}5 \text{ g} = 145{,}5 \text{ g}$

$\omega = \frac{m_m \cdot 100\%}{m_t}$ $\omega = \frac{63 \cdot 100}{145{,}5} = 43{,}3\%$

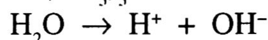
Atsakymas: susidariusios rūgšties masės dalis yra 43,3%; ant anodo išsiskyrė 5,6 l O_2.

16. Elektrolizuojant $Cr(NO_3)_3$ tirpalą, ant katodo išsiskyrė 26 g Cr. Kas ir kokiu kiekiu išsiskiria ant anodo? Gautas Cr sudegintas chlore. Į vandeninį gautos druskos tirpalą palaipsniui supilta NaOH. Iš pradžių susidarė nuosėdos, paskui jos ištirpo. Kiek mililitrų 40% NaOH tirpalo (ρ = 1,4 g/cm^3) reikia, kad ištirptų iš pradžių susidariusios nuosėdos? Kiek ant anodo išsiskirs deguonies?

Sprendimas

Duota: m(Cr) = 26 g; M(Cr) = 52 g/mol; $M(O_2)$ = 32 g/mol; M(NaOH) = 40 g/mol.
Rasti: V(NaOH).


$Cr(NO_3)_3 \rightarrow Cr^{3+} + 3NO_3^-$


$H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$

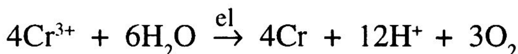


$K(-): Cr^{3+} + 3e^- \leftrightarrow Cr^o$



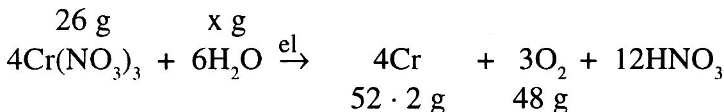
$A(+): 2H_2O - 4e^- \rightarrow 4H^+ + O_2$

Suminė lygtis:

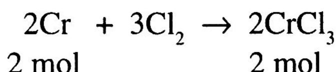


$$4Cr^{3+} + 6H_2O \xrightarrow{el} 4Cr + 12H^+ + 3O_2$$

Bendroji lygtis:



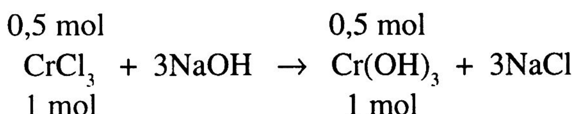
$$\underset{}{\overset{26\ g}{4Cr(NO_3)_3}} + \overset{x\ g}{6H_2O} \xrightarrow{el} \underset{52 \cdot 2\ g}{4Cr} + \underset{48\ g}{3O_2} + 12HNO_3$$



$$\underset{2\ mol}{2Cr} + 3Cl_2 \rightarrow \underset{2\ mol}{2CrCl_3}$$

$$n(Cr) = \frac{m}{M} \qquad n(Cr) = \frac{26\ g}{52\ g} = 0{,}5\ mol$$

Kadangi Cr reagavo 2 mol ir susidarė 2 mol $CrCl_3$, tai $CrCl_3$ masė bus taip pat lygi 0,5 mol.

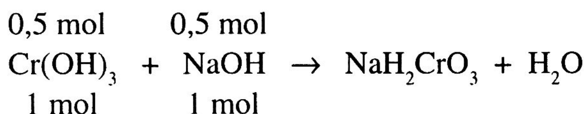


$$\underset{1\ mol}{\overset{0{,}5\ mol}{CrCl_3}} + 3NaOH \rightarrow \underset{1\ mol}{\overset{0{,}5\ mol}{Cr(OH)_3}} + 3NaCl$$

$Cr(OH)_3$ yra netirpus amfoterinis oksidas.

$$M(Cr) = 52 \cdot 4 = 208\ g/mol$$

$$\frac{26}{208} = \frac{x}{48} \qquad x = 6\ g\ O_2$$



$$\underset{1\ mol}{\overset{0{,}5\ mol}{Cr(OH)_3}} + \underset{1\ mol}{\overset{0{,}5\ mol}{NaOH}} \rightarrow NaH_2CrO_3 + H_2O$$

NaH_2CrO_3 – tirpi druska.

$$m(NaOH) = n \cdot M = 0{,}5 \cdot 40 = 20\ g\ NaOH$$

$$\omega = \frac{m_m \cdot 100\%}{m_t}$$

$$40\% = \frac{20\ g \cdot 100\%}{x\ g}$$

$x = 50$ g 40% NaOH

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{50}{1{,}4} = 35{,}7 \text{ ml}$$

Atsakymas: reikės 35,7 ml 40% NaOH tirpalo; ant anodo išsiskirs 6 g O_2.

17. Elektrolizuojant 1 kg $FeSO_4$ tirpalo, ant katodo išsiskyrė 56 g Fe. Kiek gramų fosforo gali sureaguoti su medžiaga, išsiskyrusia ant anodo, ir kokia bus gauta druska, gautą produktą ištirpinus 87,24 ml 28% NaOH tirpalo (ρ = 1,31 g/cm³)?

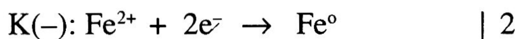
Sprendimas

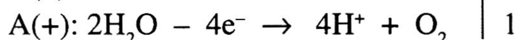
Duota: $m(FeSO_4) = 1$ kg; $M(Fe) = 56$ g/mol; $m(Fe) = 56$ g;
$V(NaOH) = 87{,}24$ ml; $\omega(NaOH) = 28\%$; $\rho(NaOH) = 1{,}31$ g/cm³;
$M(P) = 31$ g/mol.

Rasti: $m(P)$.

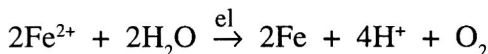

$FeSO_4 \rightarrow Fe^{2+} + SO_4^{2-}$


$H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$

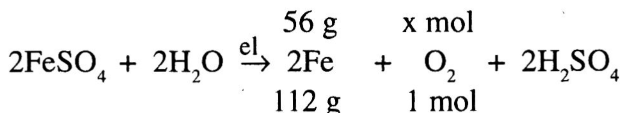

$K(-): Fe^{2+} + 2e^- \rightarrow Fe^0 \quad | \; 2$


$A(+): 2H_2O - 4e^- \rightarrow 4H^+ + O_2 \quad | \; 1$

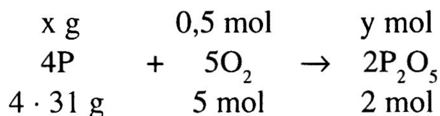
Suminė lygtis:


$$2Fe^{2+} + 2H_2O \xrightarrow{el} 2Fe + 4H^+ + O_2$$

Bendroji lygtis:

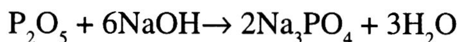

$$2FeSO_4 + 2H_2O \xrightarrow{el} \underset{112\ g}{\overset{56\ g}{2Fe}} + \underset{1\ mol}{\overset{x\ mol}{O_2}} + 2H_2SO_4$$

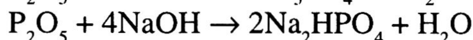
$$\frac{56}{112} = \frac{x}{1} \qquad x = 0{,}5 \text{ mol } O_2$$


$$\underset{4 \cdot 31\ g}{\overset{x\ g}{4P}} + \underset{5\ mol}{\overset{0{,}5\ mol}{5O_2}} \rightarrow \underset{2\ mol}{\overset{y\ mol}{2P_2O_5}}$$

$$\frac{0{,}5}{5} = \frac{y}{2} \qquad y = 0{,}2 \text{ mol } P_2O_5$$

$$\frac{x}{124} = \frac{0{,}5}{5} \qquad x = 12{,}4 \text{ g P}$$


$P_2O_5 + 6NaOH \rightarrow 2Na_3PO_4 + 3H_2O$


$P_2O_5 + 4NaOH \rightarrow 2Na_2HPO_4 + H_2O$


$P_2O_5 + 2NaOH + H_2O \rightarrow 2NaH_2PO_4$

$m_t = V \cdot \rho = 87{,}24\ \text{ml} \cdot 1{,}31\ \text{g/cm}^3 = 114{,}28\ \text{g}$

$$\omega = \frac{m_m \cdot 100\%}{m_t}$$

$$28\% = \frac{\text{x g} \cdot 100\%}{114{,}28\ \text{g}}$$

x = 32 g (grynos NaOH)

$$n(NaOH) = \frac{m}{M} = \frac{32}{40} = 0{,}8\ \text{mol}$$

$n(\text{NaOH}) : n(P_2O_5) = 0{,}8 : 0{,}2 = 4 : 1$ (t. y susidarys Na_2HPO_4)

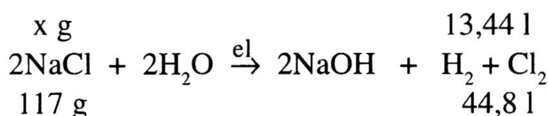
Atsakymas: sureaguos 12,4 g P ir susidarys Na_2HPO_4.

18. Elektrolizavus 200 g NaCl tirpalo, išsiskyrė 13,44 l dùjų. Kokia medžiagos masės dalis pradiniame tirpale?

Sprendimas

Duota: m(NaCl) = 200 g; V(dujų) = 13,44 l; M(NaCl) = 58,5 g/mol; $M(Cl_2)$ = 71 g/mol; $M(H_2)$ = 2 g/mol.

Rasti: ω (pradinio tirpalo).



$$\underset{117\ \text{g}}{\overset{\text{x g}}{2NaCl}} + 2H_2O \xrightarrow{el} 2NaOH + \underset{44{,}8\ \text{l}}{\overset{13{,}44\ \text{l}}{H_2 + Cl_2}}$$

$$\frac{x}{117} = \frac{13{,}44}{44{,}8} \qquad x = 35{,}1\ \text{g NaCl}$$

$$n = \frac{m}{M}$$

arba:

$$n = \frac{V}{V_m} = \frac{13{,}44\ \text{l}}{22{,}4\ \text{l}} = 0{,}6\ \text{mol; tai } 0{,}3\ \text{mol } H_2;\ m = M \cdot n = 0{,}6\ \text{g}$$

tai 0,3 mol Cl_2; $m = M \cdot n = 21{,}3$ g

Arba galime skaičiuoti taip:

$$\frac{35{,}1}{117} = \frac{x}{2} \qquad x = 0{,}6\ \text{g } H_2$$

$$\frac{35{,}1}{117} = \frac{y}{71} \qquad y = 21{,}3 \text{ g } Cl_2$$

Iš tirpalo išsiskyrė H_2 ir Cl_2:

21,3 g + 0,6 g = 21,9 g

200 g – 21,9 g = 178,1 g tirpalo

$$\omega = \frac{m_m \cdot 100\%}{m_t} \qquad \omega = \frac{35{,}1 \cdot 100}{178{,}1} = 19{,}7\%$$

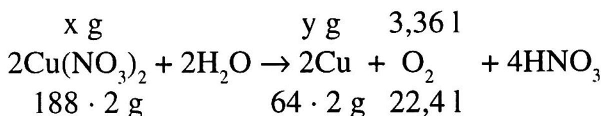
Atsakymas: medžiagos masės dalis pradiniame tirpale yra 19,7%.

19. Visiškai elektrolizavus 1 l $Cu(NO_3)_2$ tirpalo (ρ = 1 g/cm³), prie anodo išsiskyrė 3,36 l dujų. Raskite ant katodo išsiskyrusios medžiagos masę ir medžiagos masės dalį procentais pradiniame tirpale.

Sprendimas

Duota: $V(Cu(NO_3)_2) = 1$ l; $\rho\,(Cu(NO_3)_2) = 1$ g/cm³; V(dujų) = 3,36 l;
$M(Cu(NO_3)_2) = 188$ g/mol; $M(Cu) = 64$ g/mol.

Rasti: ω (pradinio tirpalo); m(medž.).



$$\overset{x\text{ g}}{\underset{188 \cdot 2\text{ g}}{2Cu(NO_3)_2}} + 2H_2O \rightarrow \overset{y\text{ g}}{\underset{64 \cdot 2\text{ g}}{2Cu}} + \overset{3{,}36\text{ l}}{\underset{22{,}4\text{ l}}{O_2}} + 4HNO_3$$

$m_t = V \cdot \rho = 1000$ ml $\cdot$ 1 g/cm³ = 1000 g

$$\frac{x}{376} = \frac{3{,}36}{22{,}4} \qquad x = 56{,}4 \text{ g } Cu(NO_3)_2$$

$$\frac{y}{128} = \frac{3{,}36}{22{,}4} \qquad y = 19 \text{ g Cu}$$

$$\frac{m}{M} = \frac{V}{V_m}; \qquad m = \frac{M \cdot V}{V_m}$$

$$m(O_2) = \frac{32 \cdot 3{,}36}{22{,}4} = 4{,}8 \text{ g } O_2$$

Iš tirpalo išsiskyrė:

4,8 g + 19 g = 23,8 g

1000 g – 23,8 g = 976,2 g (liko tirpale).

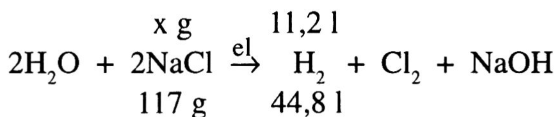
$$\omega = \frac{m_m \cdot 100\%}{m_t} \qquad \omega = \frac{56{,}4 \cdot 100}{976{,}2} = 5{,}78\%$$

Atsakymas: ant katodo išsiskyrė 19 g Cu; medžiagos masės dalis pradiniame tirpale yra 5,78%.

20. Per 200 g 20% NaCl tirpalą leista elektros srovė. Išsiskyrė 11,2 l dujų. Apskaičiuokite NaCl masės dalį procentais po elektrolizės.

S p r e n d i m a s

Duota: m(NaCl) = 200 g; ω (NaCl) = 20%; V(dujų) = 11,2 l;
M(NaCl) = 58,5 g/mol; $M(H_2)$ = 2 g/mol; $M(Cl_2)$ = 71 g/mol.
Rasti: ω (NaCl) po elektrolizės.



$$2H_2O + \underset{117\ g}{\overset{x\ g}{2NaCl}} \xrightarrow{el} \underset{44{,}8\ l}{\overset{11{,}2\ l}{H_2}} + Cl_2 + NaOH$$

$$m_m = \frac{m_t \cdot \omega}{100\%} = \frac{200 \cdot 20}{100} = 40 \text{ g NaCl}$$

$$\frac{x}{117} = \frac{11{,}2}{44{,}8} \qquad x = 29{,}25 \text{ g (tiek sureagavo NaCl)}$$

Tirpale liko NaCl:
40 g – 29,25 g = 10,75 g

$$\frac{29{,}25}{117} = \frac{x}{2} \qquad x = 0{,}5 \text{ g } H_2$$

$$\frac{29{,}25}{117} = \frac{y}{71} \qquad y = 17{,}75 \text{ g } Cl_2$$

Iš viso:
17,75 g + 0,5 g = 18,25 g

Tirpalo masė po elektrolizės:
200 g – 18,25 g = 181,75 g

$$\omega = \frac{m_m \cdot 100\%}{m_t} = \frac{10{,}75 \cdot 100}{181{,}75} = 5{,}91\%$$

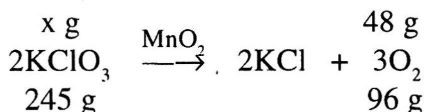
Atsakymas: NaCl masės dalis yra 5,91%.

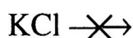
21. Termiškai skaidant 197 g KCl ir bertoleto druskos mišinio (dalyvaujant MnO_2), buvo gauta 149 g likučio. Likučio lydalą elektrolizuojant buvo gautos dujos. Koks kiekis Si gali sureaguoti su dujomis, gautomis elektrolizės metu? Kokia pradinio mišinio procentinė sudėtis?

Sprendimas

Duota: m(KCl) = 197 g; $M(KClO_3)$ = 122,5 g/mol; m(likučio) = 149 g; $M(O_2)$ = 32 g/mol; M(KCl) = 149 g/mol; M(Si) = 28 g/mol.

Rasti: m(Si); ω (mišinio) pradinė sudėtis.





Apskaičiuojame deguonies masę:

197 g – 149 g = 48 g

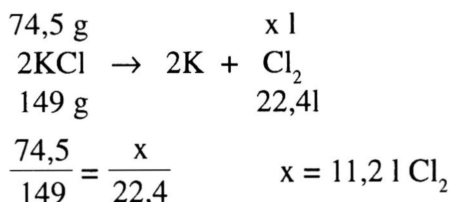
$$\frac{x}{245} = \frac{481}{96} \qquad x = 122{,}5 \text{ g } (KClO_3)$$

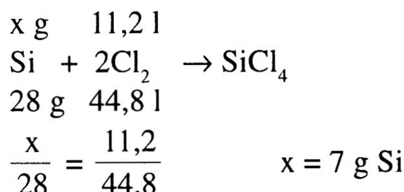
$$\omega\,(KClO_3) = \frac{m_m \cdot 100\%}{m_t} = \frac{122{,}5 \cdot 100}{197} = 62{,}2\%$$

Apskaičiuojame KCl masę:

197 g – 122,5 g = 74,5 g KCl

$$\omega = \frac{m_m \cdot 100\%}{m_t} = \frac{74{,}5 \cdot 100}{197} = 37{,}8\%$$



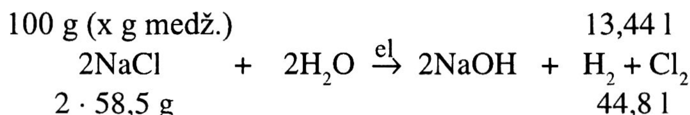


Atsakymas: susidarė 7 g Si; mišinys yra sudarytas iš 62,2% $KClO_3$; 37,8% KCl.

22. Elektrolizuojant 100 g natrio chlorido tirpalo, išsiskyrė 13,44 l dujų (n. s.). Kokia NaCl masės dalis procentais tirpale?

Sprendimas

Duota: m(NaCl) = 100 g; M(NaCl) = 58,5 g/mol; V(dujų) = 13,44 l.
Rasti: ω(tirpal.).



$$\underset{2 \cdot 58{,}5\ \text{g}}{\overset{100\ \text{g (x g medž.)}}{2NaCl}} + 2H_2O \xrightarrow{el} 2NaOH + \underset{44{,}8\ \text{l}}{\overset{13{,}44\ \text{l}}{H_2 + Cl_2}}$$

$$\frac{x}{117} = \frac{13{,}44}{44{,}8} \qquad x = 35{,}1\ \text{g}$$

$$\omega = \frac{m_m \cdot 100\%}{m_t} = \frac{35{,}1 \cdot 100}{100} = 35{,}1\%$$

Atsakymas: NaCl masės dalis tirpale yra 35,1%.

23. Kokia Zn masė išsiskirs ant katodo $ZnSO_4$ tirpalo elektrolizės metu, leidžiant 2 A srovę 2 val.?

Sprendimas

Duota: t = 2 val. = 7200 s; I = 2 A; M(Zn) = 65 g/mol.
Rasti: m(Zn).

$$m = \frac{E \cdot I \cdot t}{F}$$

$$E = \frac{65\ \text{g/mol}}{2} = 35{,}2\ \text{g/mol Zn}$$

$$t = 2 \cdot 60 \cdot 60 = 7200\ \text{s}$$

$$m = \frac{32{,}5\ \text{g/mol} \cdot 2\text{A} \cdot 7200\ \text{s}}{96\ 500\ \text{C/mol}} = 4{,}85\ \text{g Zn}$$

Atsakymas: ant katodo išsiskirs 4,85 g Zn.

24. 6 A srovė leista per vandeninį H_2SO_4 tirpalą 1,5 val. Kiek gramų H_2O suskilo ir koks tūris O_2 ir H_2 susidarė?

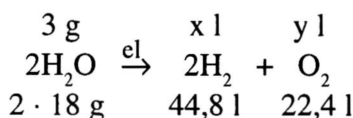
Sprendimas

Duota: I = 6 A; t = 1,5 val. = 5400 s; $M(H_2O)$ = 18 g/mol.
Rasti: $m(H_2O)$; $V(O_2)$; $V(H_2)$.

$$E(H_2O) = \frac{18 \text{ g/mol}}{2} = 9$$

$$t = 1{,}5 \cdot 60 \cdot 60 = 5400 \text{ s}$$

$$m = \frac{E \cdot I \cdot t}{F} = \frac{9 \cdot 6 \cdot 5400}{96\,500} = 3 \text{ g } H_2O$$



$$\underset{2 \cdot 18\text{ g}}{\overset{3\text{ g}}{2H_2O}} \xrightarrow{el} \underset{44{,}8\text{ l}}{\overset{x\text{ l}}{2H_2}} + \underset{22{,}4\text{ l}}{\overset{y\text{ l}}{O_2}}$$

$$\frac{3}{36} = \frac{x}{44{,}8} \qquad x = 3{,}73 \text{ l } H_2$$

$$\frac{3}{36} = \frac{y}{22{,}4} \qquad y = 1{,}86 \text{ l } O_2$$

Atsakymas: suskilo 3 g vandens; susidarė 1,86 l O_2 ir 3,73 l H_2.

25. Elektrolizuojant $CuCl_2$ tirpalą, ant elektrodo išsiskyrė 0,5 g Cu. Koks elektros krūvis tekėjo tirpalu? Kiek litrų bei molių chloro išsiskyrė?

S p r e n d i m a s

Duota: $m(Cu) = 0{,}5$ g; $M(Cu) = 63{,}5$ g/mol.
Rasti: F; $V(Cl_2)$; $n(Cl_2)$.



$$CuCl_2 \rightarrow Cu^{2+} + 2Cl^-$$



$$H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$$



$$K(-): Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$$



$$A(+): 2Cl^- - 2e^- \rightarrow Cl_2$$

$$E(Cu) = \frac{63{,}5 \text{ g/mol}}{2} = 31{,}8$$

31,8 g (1 ekvivalentas) Cu išsiskiria pratekėjus 96 500 kulonų
0,5 g ——————————————— x kulonų
x = 1518 kulonų

$$\frac{m}{M} = \frac{V}{V_m}; \; V = \frac{m \cdot V_m}{M}$$

$$V(Cl_2) = \frac{0{,}558 \text{ g} \cdot 22{,}4 \text{ l}}{71 \text{ g/mol}} = 176 \text{ ml}$$

$$n = \frac{V}{V_m} = \frac{0{,}176\ \text{l}}{22{,}4\ \text{l/mol}} = 0{,}008\ \text{mol}$$

Atsakymas: tekėjo 1518 kulonų; išsiskyrė 176 ml, arba 0,008 mol, chloro.

26. Kiek gramų bei molių NaOH susidarys 4825 kulonų srovę praleidus per NaCl tirpalą?

S p r e n d i m a s

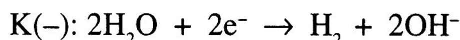
Duota: $I = 4825$ C.
Rasti: m(NaOH); n(NaOH).



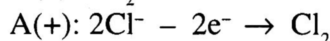
$$NaCl \rightarrow Na^+ + 2Cl^-$$



$$H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$$

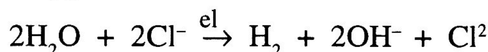


$$K(-): 2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$$



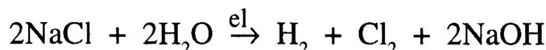
$$A(+): 2Cl^- - 2e^- \rightarrow Cl_2$$

Suminė lygtis:



$$2H_2O + 2Cl^- \xrightarrow{el} H_2 + 2OH^- + Cl^2$$

Bendroji lygtis:



$$2NaCl + 2H_2O \xrightarrow{el} H_2 + Cl_2 + 2NaOH$$

$$E(\text{NaOH}) = \frac{40\ \text{g/mol}}{1} = 40$$

40 g (1 ekvivalentas) NaOH išsiskiria pratekėjus 96 500 kulonų
x g ——————————————————— 4825 kulonams
x = 2 g NaOH

$$n = \frac{m}{M} = \frac{2\ \text{g}}{40\ \text{g/mol}} = 0{,}05\ \text{mol}$$

Atsakymas: susidarys 2 g, arba 0,05 mol, NaOH.

27. Vienodas elektros kiekis buvo leidžiamas per $AgNO_3$ ir $CuSO_4$ tirpalus. Pirmu atveju prie katodo išsiskyrė 10,8 g Ag. Kiek gramų Cu išsiskyrė ant katodo iš antrojo tirpalo?

S p r e n d i m a s

Duota: m(Ag) = 10,8 g; M(Ag) = 108 g/mol; M(Cu) = 64 g/mol.
Rasti: m(Cu).

Kadangi Cu^{2+} yra dvivalentis, tai toks pat elektros kiekis išskirs dvigubai mažiau medžiagos.

108 g išskyrė 10,8 g
64 / 2 g ——— x g
x = 3,2 g Cu

Atsakymas: išsiskyrė 3,2 g Cu.

Savikontrolės uždaviniai

1. Elektrolizuojant 500 g 20% natrio chlorido tirpalo išsiskyrė 11,2 l H_2 dujų. Apskaičiuokite elektrolitų, susidariusių po elektrolizės, procentinę sudėtį. (Ats.: 8,95% NaCl; 8,63% NaOH.)

2. Kokios medžiagos ir kiek jų litrų, gramų susidarys, elektrolizuojant 234 g NaCl lydalo? Kiek gramų Fe gali reaguoti su medžiaga, išsiskyrusia prie anodo? (Ats.: 92 g Na; 44,8 l Cl_2; 74,67 g Fe.)

3. Visiškai elektrolizavus 1 l vandeninio vario nitrato tirpalo (ρ = 1,0 g/cm^3), prie anodo išsiskyrė 3,36 l dujų (n. s.). Raskite ant katodo išsiskyrusios medžiagos kiekį ir medžiagos masės dalį procentais pradiniame tirpale. (Ats.: 0,3 mol; 5,64%.)

4. Elektrolizuojant $ZnCl_2$ vandeninį tirpalą, ant anodo išsiskyrė 26,88 l Cl_2, o ant katodo 62,4 g Zn. Kokia Zn išeiga? (Ats.: 80%.)

5. Koks tūris deguonies išsiskirs ant anodo K_2SO_4 tirpalo elektrolizės metu, jei 4 A srovę leisime 1 val.? (Ats.: 2 g ir 0,05 mol NaOH.)

6. 60 min. leidžiant 5,77 A elektros srovę per bismuto nitrato tirpalą, išsiskyrė 15 g bismuto. Koks bismuto ekvivalentas? (Ats.: 69,6 g/mol.)

7. 6 A srovė leista per H_2SO_4 tirpalą 1,5 val. Raskite išsiskyrusių O_2 ir H_2 tūrius. (Ats.: 3,76 l H_2; 1,88 l O_2.)

Oleumas

Oleumas – tai mišinys, sudarytas iš H_2SO_4 ir SO_3, pavyzdžiui:

1) 20 g oleumo sudaryta iš:
x g H_2SO_4 ir (20 – x) g SO_3;
2) 40% oleumas sudarytas iš:
40% SO_3 ir 60% H_2SO_4 (arba 100 g oleumo yra 40 g SO_3 ir 60 g H_2SO_4).

SO_3 gerai tirpsta vandenyje arba H_2SO_4 tirpale, sudarydamas tam tikros koncentracijos H_2SO_4 rūgštį. Kadangi H_2SO_4 tirpalo koncentracija gali būti įvairi, tai, pvz., 80% H_2SO_4 reiškia, kad 100 g H_2SO_4 tirpalo yra 80 g (100%) H_2SO_4 ir 20 g H_2O. Šis vandens kiekis ir reaguoja su SO_3 – susidaro papildomas kiekis H_2SO_4. Jeigu SO_3 kiekis yra pakankamas, susidarys bevandenė 100% H_2SO_4. Jeigu SO_3 yra perteklius, tai gausime oleumą, kuriame bus ir nesusijungusio į H_2SO_4 sieros trioksido.

Uždaviniai

1. Kokį SO_3 kiekį gramais bei moliais reikia ištirpinti 20 g 96% H_2SO_4 tirpalo, norint gauti bevandenę (100%) H_2SO_4?

Sprendimas

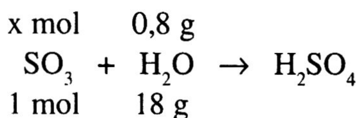
Duota: m(tirpalo) = 20 g; $M(H_2SO_4)$ = 98 g/mol; $M(SO_3)$ = 80 g/mol;
$\omega(H_2SO_4)$ = 96%; $M(H_2O)$ = 18 g/mol.
Rasti: $m(SO_3)$.

$$\omega = \frac{m(H_2SO_4) \cdot 100\%}{m(tirpal.)} \qquad m(H_2SO_4) = \frac{m(tirpal.) \cdot \omega}{100\%}$$

$$m(H_2SO_4) = \frac{96\% \cdot 20\text{ g}}{100\%} = 19{,}2\text{ g } H_2SO_4$$

m(tirpal.) = m(medž.) + $m(H_2O)$; $m(H_2O)$= m(tirpal.) – m(medž.)

$m(H_2O)$ = 20 g – 19,2 g = 0,8 g (su šiuo kiekiu vandens, esančio H_2SO_4 tirpale, ir reaguos SO_3)



$$\frac{x}{1} = \frac{0,8}{18} \qquad x = 0,04 \text{ mol } (SO_3)$$

$$n = \frac{m}{M};\ m = n \cdot M \qquad m = 0,04 \text{ mol} \cdot 80 \text{ g/mol} = 3,56 \text{ g } SO_3$$

Atsakymas: norint gauti bevandenę (100%) H_2SO_4, reikės 0,04 mol, arba 3,56 g, SO_3.

2. Į 20 g 45% oleumo įpilta 125 g vandens. Apskaičiuokite rūgšties masės dalį procentais gautame tirpale.

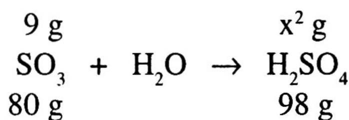
Sprendimas

Duota: m(oleumo) = 20 g; $\omega(SO_3)$ = 45%; $m(H_2O)$ = 125 g;
$M(H_2O)$ = 18 g/mol; $M(SO_3)$ = 80 g/mol; $M(H_2SO_4)$ = 98 g/mol.
Rasti: ω(rūgšties).

45% oleumas yra sudarytas iš 45% SO_3 ir 55% H_2SO_4, arba
100 g oleumo yra 45 g SO_3 ir 55 g H_2SO_4.

Apskaičiuosime:

100 g oleumo 45 g SO_3 — 100 g oleumo 55 g H_2SO_4
20 g ——— x g — 20 g ——— x^1 g
x = 9 g SO_3 — x^1 = 11 g H_2SO_4



$$\frac{9}{80} = \frac{x^2}{98} \qquad x^2 = 11 \text{ g } H_2SO_4 \text{ (susidaro papildomai)}$$

Iš viso viso grynos H_2SO_4:
$m = 11 \text{ g} + 11 \text{ g} = 22 \text{ g}$

$m(tirpal.) = m(oleumo) + m(H_2O) = 20 \text{ g} + 125 \text{ g} = 145 \text{ g}$

$$\omega = \frac{m(H_2SO_4) \cdot 100\%}{m(tirpal.)} \qquad \omega = \frac{22 \text{ g} \cdot 100\%}{145 \text{ g}} = 15,17\%$$

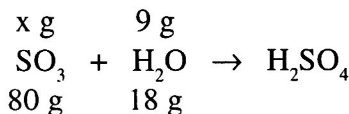
Atsakymas: rūgšties masės dalis yra 15,17%.

3. Kiek gramų SO_3 galima ištirpinti 100 g 91% H_2SO_4, norint paruošti 30% oleumą?

Sprendimas

Duota: ω (oleumo) = 30%; $m(H_2SO_4)$ = 100 g; ω (H_2SO_4) = 91%;
$M(H_2SO_4)$ = 98 g/mol; $M(SO_3)$ = 80 g/mol.
Rasti: $m(SO_3)$.

91% tirpalo reiškia, kad 100 g H_2SO_4 tirpalo sudarytas iš 91 g H_2SO_4 (100% grynos medžiagos) ir 9 g H_2O. Oleumas yra sudarytas iš 100% H_2SO_4 ir SO_3. Norint apskaičiuoti, kiek reikės SO_3, turime apskaičiuoti, kiek gramų SO_3 sugers 9 g vandens:



$$\underset{80\text{ g}}{\overset{x\text{ g}}{SO_3}} + \underset{18\text{ g}}{\overset{9\text{ g}}{H_2O}} \rightarrow H_2SO_4$$

$$\frac{x}{80} = \frac{9}{18} \qquad x = 40 \text{ g } SO_3$$

Grynos H_2SO_4 bus:

100 g H_2SO_4 + 40 g SO_3 = 140 g

$$\omega = \frac{m(medž.) \cdot 100\%}{m(tirpal.)}$$

$$30\% = \frac{x \cdot 100\%}{140 \text{ g} + x} \qquad x = 60 \text{ g } SO_3$$

$m(SO_3)$ = 40 g + 60 g = 100 g

Atsakymas: galima ištirpinti 100 g SO_3.

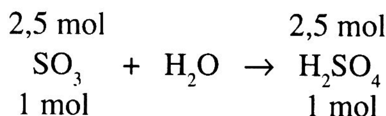
4. Kokiame kiekyje 49% H_2SO_4 tirpalo reikia ištirpinti 200 g SO_3, norint paruošti 78,4% H_2SO_4 tirpalą?

Sprendimas

Duota: ω(H_2SO_4) = 49%; $M(H_2SO_4$= 98 g/mol; $M(SO_3$= 80 g/mol;
$m(SO_3)$ = 200 g; ω'(H_2SO_4) = 78,4%.
Rasti: $m(H_2SO_4)$ tirpalo.

$$n = \frac{m}{M} \quad n(SO_3) = \frac{200 \text{ g}}{80 \text{ g/mol}} = 2{,}5 \text{ mol, tai ir } H_2SO_4 \text{ susidarys } 2{,}5 \text{ mol}$$

$m(100\%\ H_2SO_4) = n \cdot M =$ 2,5 mol · 98 g/mol = 245 g H_2SO_4



$$\underset{1\ \text{mol}}{\overset{2{,}5\ \text{mol}}{SO_3}} + H_2O \rightarrow \underset{1\ \text{mol}}{\overset{2{,}5\ \text{mol}}{H_2SO_4}}$$

$\omega(H_2SO_4) = 49\% \rightarrow m(49\%\ H_2SO_4$ tirpalo) = x g

$$m(100\%\ H_2SO_4) = \frac{49\% \cdot x}{100\%} = (0{,}49\ x)\ g$$

$$\omega^1 = \frac{m(med\check{z}.) \cdot 100\%}{m(tirpal.)}$$

78,4% = 0,784 m. d.

$$0{,}784 = \frac{0{,}49\ x + 245}{(x + 200)} \qquad x = 300\ g$$

Atsakymas: reikės 300 g H_2SO_4.

5. Kiek gramų 96% H_2SO_4 reikia paimti ir kiek gramų SO_3 reikia joje ištirpinti, kad susidarytų 300 g 20% oleumo?

S p r e n d i m a s

Duota: m(oleumo) = 300 g; ω (oleumo) = 20%; $\omega(H_2SO_4)$ = 96%;
$m(H_2SO_4)$ = 98 g/mol; $M(SO_3)$ = 80 g/mol.
Rasti: $m(SO_3)$; $m(H_2SO_4)$.

Reikės imti x g 96% H_2SO_4 tirpalo bei y g SO_3.

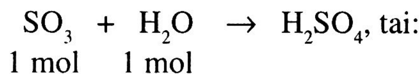
Viso tirpalo masė:

x + y = 300 g

96% H_2SO_4 tirpale yra 4% H_2O.

$$m(H_2O) = \frac{\omega \cdot m(tirpal.)}{100\%} \qquad m(H_2O) = \frac{4\% \cdot x}{100\%} = 0{,}04\ x\ (g)$$

$$n(H_2O) = \frac{m}{M} \qquad n(H_2O) = \frac{0{,}04\ x\ g}{18\ g/mol} = \frac{0{,}04\ x}{18\ mol}$$



$$\underset{1\ \text{mol}}{SO_3} + \underset{1\ \text{mol}}{H_2O} \rightarrow H_2SO_4,\ \text{tai:}$$

$$n(SO_3) = \frac{0{,}04\ x}{18\ mol}$$

$m(SO_3) = n \cdot M$ $\quad m(SO_3) = \frac{0{,}04\ x}{18 \cdot 80} = 0{,}178\ x$ g

Taigi 0,178 x g SO_3 sureaguos su H_2O.
Kadangi oleumas yra 20%, tai jis sudarytas iš 80% H_2SO_4 ir 20% SO_3.

100 g oleumo 20 g SO_3
300 g ——— x g
x = 60 g SO_3

$y - 0{,}178\ x = 60$
$x + y = 300$

x = 203,8 g 96% H_2SO_4
y = 96,2 g SO_3

Atsakymas: reikės 203,8 g 96% H_2SO_4 ir 96,2 g SO_3.

6. Kiek reikia 60% oleumo ir 91% H_2SO_4, norint paruošti 200 g 20% oleumo?

Sprendimas

Duota: ω (oleumo) = 60%; ω (H_2SO_4) = 91%; *m* (oleumo) = 200 g;
ω^{I} (oleumo) = 20%.
Rasti: *m*(oleumo); *m*(H_2SO_4).

Reikės imti x g 60% oleumo ir y g 91% H_2SO_4 tirpalo, kad paruoštume 200 g oleumo.

Viso tirpalo masė: x + y = 200 g

60% rodo nesusijungusio su vandeniu SO_3 kiekį tirpale.

Apskaičiuojame SO_3 masę:

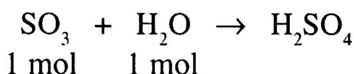
$$\omega = \frac{m(medž.) \cdot 100\%}{m(tirpal.)} \qquad m(medž.) = \frac{\omega \cdot m(tirpal.)}{100\%}$$

$$m(SO_3) = \frac{60\% \cdot x\ g}{100\%} = 0{,}6\ x\ g$$

91% H_2SO_4 tirpale yra 9% vandens, kuris jungsis su laisvu SO_3.

Apskaičiuojame H_2O masę:

$$m(H_2O) = \frac{\omega \cdot m(tirpal.)}{100\%} \qquad m(H_2O) = \frac{9\% \cdot y\ g}{100\%} = 0{,}09\ y\ g$$



$$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$$
1 mol   1 mol

Kadangi reaguoja vienodas H_2O ir SO_3 medžiagų kiekis, tai, radę H_2O molių kiekį, rasime ir SO_3 masę:

$$n(H_2O) = \frac{m}{M}; \qquad n(\mathrm{H_2O}) = \frac{0{,}09\ \mathrm{y}}{18}$$

$$m(SO_3) = n \cdot M; \qquad m(\mathrm{SO_3}) = \frac{0{,}09\ \mathrm{y} \cdot 80}{18} = 0{,}4\ \mathrm{y\ g}$$

Taigi laisvo SO_3 buvo 0,6 x g ir 0,4 y g SO_3 sureaguos su vandeniu.

Apskaičiuojame, kiek gramų SO_3 yra 200 g 20% oleumo:

$$m(SO_3) = \frac{\omega \cdot m(tirpal.)}{100\%}; \ m(\mathrm{SO_3}) = \frac{200\ \mathrm{g} \cdot 20\%}{100\%} = 40\ \mathrm{g}$$

arba:

200 g 20% oleumo turi 80% H_2SO_4 ir 20% SO_3:

100 g oleumo yra 20 g SO_3
200 g ———— x g
x = 40 g SO_3

0,6 x – 0,4 y = 40 g
x + y = 200

x = 120 g (60% oleumo)
y = 80 g (91% H_2SO_4)

Atsakymas: reikės 120 g 60% oleumo; 80 g 91% H_2SO_4.

7. 34,5 g oleumo neutralizuoti sunaudojome 74,5 ml 40% KOH tirpalo (ρ = 1,41 g/cm³). Kiek molių SO_3 tenka vienam moliui sieros rūgšties oleume?

S p r e n d i m a s

Duota: ω(KOH) = 40%; *V*(KOH) = 74,5 ml; ρ (KOH) = 1,41 g/cm³;
m(oleumo) = 34,5 g; *M*(SO_3) = 80 g/mol; *M*(H_2SO_4) = 98 g/mol;
M(KOH) = 56 g/mol.
Rasti: *n*(SO_3).

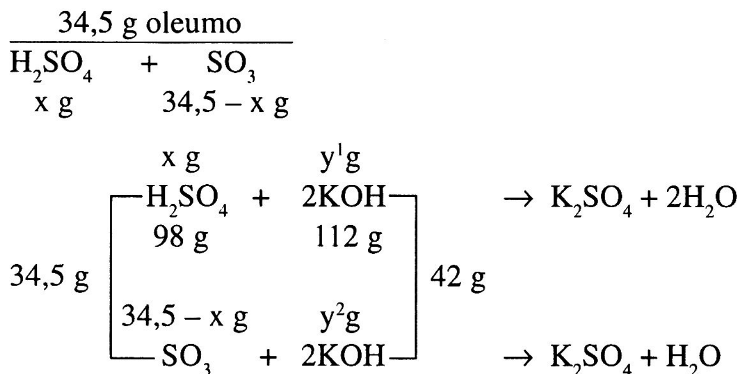
$$m = V \cdot \rho; \ m(\mathrm{KOH}) = 74{,}5\ \mathrm{ml} \cdot 1{,}41\ \mathrm{g/cm^3} = 105\ \mathrm{g}$$

100 g 40% tirpalo yra 40 g KOH
105 g ———————— x g
x = 42 g (gryno KOH)

Toliau uždavinį galima spręsti keletu būdų.

I būdas

H_2SO_4 masę oleume pažymėkime x:



$$\frac{x}{98} = \frac{y^1}{112} \qquad y^1 = \frac{112\,x}{98\text{ g (KOH)}}$$

$$\frac{(34,5 - x)}{80} = \frac{y^2}{112} \qquad y^2 = \frac{112\,(34,5 - x)}{80\text{ g (KOH)}}$$

Iš viso neutralizacijai sunaudota 42 g KOH.

$$y^1 + y^2 = 42$$

$$\frac{112\,x}{98} + \frac{112\,(34,5 - x)}{80} = 42 \qquad x = 24,5\text{ g } (H_2SO_4)$$

$$34,5 - x = 34,5 - 24,5 = 10\text{ g } SO_3$$

$$n(H_2SO_4) = \frac{24,5\text{ g}}{98\text{ g/mol}} = 0,25\text{ mol}; \; n(SO_3) = \frac{10\text{ g}}{80\text{ g/mol}} = 0,125\text{ mol}$$

$$\frac{n(SO_3)}{n(H_2SO_4)} = \frac{0,125\text{ mol}}{0,25\text{ mol}} = 0,5\text{ mol}$$

II būdas

$$n(KOH) = \frac{42\text{ g}}{56\text{ g/mol}} = 0,75\text{ mol}$$

Iš lygčių matyti, kad H_2SO_4 ir SO_3 su KOH reaguoja santykiu 1 : 2 mol. Todėl kartu H_2SO_4 ir SO_3 sureaguos:

0,75 : 2 = 0,375 mol

$n(SO_3) = x$ mol
$n(H_2SO_4) = (0{,}375 - x)$ mol

$m = n \cdot M$; $m(SO_3) = 80x$; $m(H_2SO_4) = 98(0{,}375 - x)$

$98(0{,}375 - x) + 80x = 34{,}5$
$x = 0{,}125$ mol SO_3; $n(H_2SO_4) = 0{,}375$ mol $- 0{,}125$ mol $= 0{,}25$ mol

Ieškomas santykis:

$$\frac{0{,}125\ \text{mol}}{0{,}25\ \text{mol}} = 0{,}5\ \text{mol}\ SO_3\ (\text{tenka 1 mol}\ H_2SO_4\ \text{oleume})$$

Atsakymas: 1 mol H_2SO_4 oleume tenka 0,5 mol SO_3.

8. 500 ml 20% NaOH tirpalo ($\rho = 1{,}2$ g/cm^3) neutralizuota 135 g oleumo. Kokia SO_3 masės dalis procentais yra oleume?

S p r e n d i m a s

Duota: $V(NaOH) = 500$ ml; $\omega(NaOH) = 20\%$; $\rho(NaOH) = 1{,}2$ g/cm^3; $M(NaOH) = 40$ g/mol; m(oleumo) = 135 g/mol; $M(H_2SO_4) = 98$ g/mol; $M(SO_3) = 80$ g/mol.
Rasti: $\omega(SO_3)$.

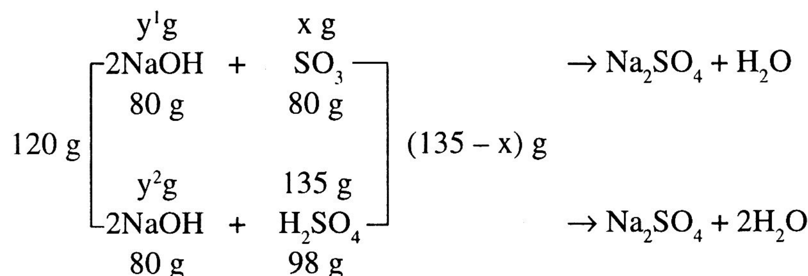
$m = \rho \cdot V$; $m(NaOH) = 500\ \text{ml} \cdot 1{,}2\ \text{g/cm}^3 = 600$ g

$$m(medž.) = \frac{m(tirpal.) \cdot \omega}{100\%}$$

$$m(NaOH) = \frac{600\ \text{g} \cdot 20\%}{100\%} = 120\ \text{g}$$

$m(SO_3) = x$ g
$m(H_2SO_4) = (135 - x)$ g

$$\frac{135\ \text{g oleumo}}{\underset{(135-x)\ \text{g}}{H_2SO_4} + \underset{x\ \text{g}}{SO_3}}$$



$$\frac{y^1}{80} = \frac{x}{80} \qquad y^1 = x \text{ g NaOH}$$

$$\frac{y^2}{80} = \frac{135 - x}{98} \qquad y^2 = \frac{80\,(135 - x)}{98 \text{ g NaOH}}$$

Iš viso neutralizacijai sunaudota 120 g NaOH:

$$y^1 + y^2 = 120$$

$$x + \frac{80\,(135 - x)}{98} = 120;$$

$$x = 53{,}2 \text{ g } (SO_3)$$

53,2 g SO_3 yra 135 g oleumo:

135 g —— 100%
53,2 g —— x%
x = 39,4%

Atsakymas: SO_3 masės dalis tirpale yra 39,4%.

9. Kiek gramų pirito (FeS_2) reikia, norint gauti tokį SO_2 kiekį, kurį ištirpinę 100 g 91% H_2SO_4 gautume 12,5% oleumą?

Sprendimas

Duota: $\omega(H_2SO_4)$ = 91%; $m(H_2SO_4)$ = 100 g; ω(oleumo) = 12,5%;
$M(H_2SO_4)$ = 98 g/mol; $M(H_2O)$ = 18 g/mol; $M(SO_3)$ = 80 g/mol;
$M(FeS_2)$ = 120 g/mol.

Rasti: $m(FeS_2)$.

$$m(H_2SO_4) = \frac{m(tirpal.) \cdot \omega}{100\%}$$

$$m(H_2SO_4) = \frac{100 \text{ g} \cdot 91\%}{100\%} = 91 \text{ g}$$

$$m(H_2O) = 100 \text{ g} - 91 \text{ g} = 9 \text{ g}$$

$$\underset{80\text{ g}}{\overset{x\text{ g}}{SO_3}} + \underset{18\text{ g}}{\overset{9\text{ g}}{H_2O}} \rightarrow H_2SO_4$$

$$\frac{x}{80} = \frac{9}{18} \qquad x = 40 \text{ g } SO_3$$

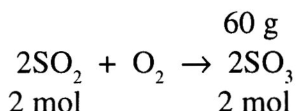
Taigi 40 g SO_3 sureaguos su vandeniu, esančiu 91% H_2SO_4 rūgštyje.

12,5% oleumas reiškia, kad:

$$\begin{array}{lcc} & 100\text{ g oleumo turi} & 12{,}5\text{ g } SO_3 \\ 100\text{ g } H_2SO_4 + 40\text{ g } SO_3 + x\text{ g } SO_3 & \text{———————} & x\text{ g } SO_3 \\ & x = 20\text{ g} & \end{array}$$

Iš viso SO_3 reikės:

$m(SO_3) = 20\text{ g} + 40\text{ g} = 60\text{ g}$

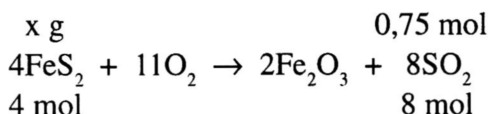


$$\begin{array}{ccccc} & & & 60\text{ g} \\ 2SO_2 & + & O_2 & \rightarrow & 2SO_3 \\ 2\text{ mol} & & & & 2\text{ mol} \end{array}$$

$n = \dfrac{m}{M}$

$n(SO_3) = \dfrac{60\text{ g}}{80\text{ g/mol}} = 0{,}75\text{ mol},$

tai ir $n(SO_2) = 0{,}75$ mol (pagal reakciją)



$$\begin{array}{ccccccc} x\text{ g} & & & & & & 0{,}75\text{ mol} \\ 4FeS_2 & + & 11O_2 & \rightarrow & 2Fe_2O_3 & + & 8SO_2 \\ 4\text{ mol} & & & & & & 8\text{ mol} \end{array}$$

$n = \dfrac{m}{M}$

$n(FeS_2) = \dfrac{0{,}75\text{ mol}}{2} = 0{,}375\text{ mol}$ $\qquad M(FeS_2) = 120\text{ g/mol}$

$m = n \cdot M$

$m(FeS_2) = 0{,}375\text{ mol} \cdot 120\text{ g/mol} = 45\text{ g}$

Atsakymas: reikės 45 g FeS_2.

10. Kiek oleumo, kuriame SO_3 masės dalis yra 51%, galima gauti iš 6 tonų pirito, turinčio 45% sieros?

S p r e n d i m a s

Duota: $\omega(SO_3)$ laisvo = 51%; $m(FeS_2) = 6$ t; $M(H_2SO_4) = 98$ g/mol; $M(SO_3) = 80$ g/mol.

Rasti: m(oleumo).

$$m(medž.) = \frac{m(tirpal.) \cdot \omega}{100\%}$$

$$m(S)\ \text{pirite} = \frac{6\ t \cdot 45\%}{100\%} = 2{,}7\ t$$

51% oleumas sudarytas iš:

51% SO_3 ir 49% H_2SO_4, arba 100 t oleumo yra 51 t SO_3 ir 49 t H_2SO_4.

98 t H_2SO_4 turi 32 t S 80 t SO_3 turi 32 t S
49 t ———— x t 51 t ———— x^1 t
x = 16 t S x^1 = 20,4 t S

Iš viso S buvo:

$m(S) = 16\ t + 20{,}4\ t = 36{,}4\ t$

Iš 36,4 t S galima pagaminti 100 t (51 t) oleumo
2,7 t ———————— x t
x = 7,42 t (oleumo)

Atsakymas: galima gauti 7,42 t oleumo.

11. Į 100 g 27,2% H_2SO_4 tirpalo įpylėme 20 g 40% oleumo. Kiek mililitrų 20% $BaCl_2$ tirpalo (ρ = 1,2 g/cm^3) reikia pridėti, kad nuosėdomis iškristų visi SO_4^{2-} jonai?

S p r e n d i m a s

Duota: $M(H_2SO_4)$ = 98 g/mol; $m(H_2SO_4)$ = 100 g; $\omega(H_2SO_4)$ = 27,2%;
m(oleumo) = 20 g; ω (oleumo) = 40%; $\omega(BaCl_2)$ = 20%;
$M(BaCl_2)$ = 208 g/mol; $M(SO_3)$ = 80 g/mol; $\rho(BaCl_2)$ = 1,2 g/cm^3.
Rasti: $V(BaCl_2)$.

Oleumas – tai SO_3 tirpalas grynoje 100% H_2SO_4. SO_3 oleume gali būti iki 60%.

40% oleume yra 60% H_2SO_4 ir 40% SO_3.

100 g oleumo turi 40 g SO_3
20 g ———— x g
x = 8 g SO_3

Apskaičiuojame H_2SO_4 masę:

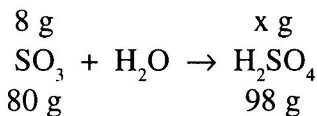
$m(H_2SO_4) = 20\ g - 8\ g = 12\ g\ H_2SO_4$

Bendra H_2SO_4 masė mišinyje:

$$m(medž.) = \frac{m(tirpal.) \cdot \omega}{100\%}$$

$$m(H_2SO_4) = \frac{100\ g \cdot 27{,}2\%}{100\%} = 27{,}2\ g\ H_2SO_4$$

Sumaišius oleumą su 27,2% H_2SO_4 (kurioje yra vandens), oleume esantis SO_3 reaguos su H_2O:

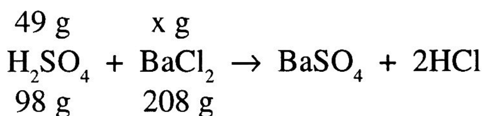


$$\overset{8\ g}{\underset{80\ g}{SO_3}} + H_2O \rightarrow \overset{x\ g}{\underset{98\ g}{H_2SO_4}}$$

$$\frac{8}{80} = \frac{x}{98} \qquad x = 9{,}8\ g\ (\text{tiek } H_2SO_4 \text{ susidaro papildomai})$$

Bendras H_2SO_4 kiekis:

$$27{,}2\ g + 9{,}8\ g + 12\ g = 49\ g\ H_2SO_4$$



$$\overset{49\ g}{\underset{98\ g}{H_2SO_4}} + \overset{x\ g}{\underset{208\ g}{BaCl_2}} \rightarrow BaSO_4 + 2HCl$$

$$\frac{49}{98} = \frac{x}{208} \qquad x = 104\ g\ (BaCl_2)$$

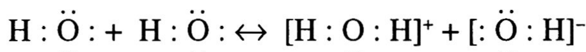
$$m(tirpal.) = \frac{m(med\check{z}.) \cdot 100\%}{\omega} \qquad m(\text{tirpal.}) = \frac{104\ g \cdot 100\%}{20\%} = 520\ g$$

$$m(t) = V \cdot \rho \quad V = \frac{m(tirpal.)}{\rho} \quad V = \frac{520\ g}{1{,}2\ g/cm^3} = 433\ cm^3$$

Atsakymas: reikės 433 cm^3, arba 433 ml, $BaCl_2$.

Vandens jonizacija. Vandenilio rodiklis

Vanduo yra labai silpnas elektrolitas ir menkai jonizuojasi. Tada susidaro H_3O^+ (hidroksonio, oksonio) jonas, kurį patogumo dėlei vadiname **vandenilio jonu** ir rašome H^+ ir OH^- (hidroksido) jonas:



$$H : \ddot{\underset{..}{O}} : + \; H : \ddot{\underset{..}{O}} : \leftrightarrow [H : \underset{..}{O} : H]^+ + [: \ddot{\underset{..}{O}} : H]^-$$

Grynas vanduo yra neutralus. Jo disociacijos laipsnis 22°C yra $1{,}8 \cdot 10^{-9}$, o joninė sandauga lygi 10^{-14} mol/ l.

$$K_w = [H^+] \cdot [OH^-] = 1 \cdot 10^{-14} \text{ mol/l, arba}$$
$$c(H^+) \cdot c(OH^-) = 1 \cdot 10^{-14} \text{ mol/l}$$

$c(H^+)$ ar $[H^+]$ – tai vandenilio jonų koncentracija.

$$K_w = [H^+] = [OH^-] = \frac{1000 \text{ g}}{18 \text{ g/mol} \cdot 1{,}8 \cdot 10^{-9}} = 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l}$$

1000 g – vandens 1 l masė.
18 g/mol – molinė vandens masė.

$$K_w = (1 \cdot 10^{-7})^2 = 10^{-14} \text{ mol/l}$$
$$n(H_2O) = \frac{m}{M} = \frac{1000 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 55{,}5 \text{ mol}$$

Vandenyje tarp H^+ ir OH^- bei H_2O nedisocijavusių molekulių yra nusistovėjusi pusiausvyra. Pagal *veikiančių masių dėsnį* gauname:



$$H_2O \leftrightarrow H^+ + OH^- - 57 \text{ kJ} \rightarrow$$

$$K_w = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]}$$

Ši pusiausvyra išlieka ir vandeniniuose įvairių junginių tirpaluose. Didinant $[H^+]$, pusiausvyra stumiasi į kairę ir $[OH^-]$ sumažėja, bet jų sandauga lieka ta pati – 10^{-14} mol/ l. Žinant $[H^+]$ ir $[OH^-]$ koncentraciją tirpale, galima apskaičiuoti ir tirpalo terpę.

Neutralus tirpalas $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$ mol/l
Rūgštinis tirpalas $[H^+] > [OH^-] > 10^{-7}$ mol/l
Šarminis tirpalas $[H^+] < [OH^-] < 10^{-7}$ mol/l

$$[H^+] = \frac{(10^{-14}\ mol/l)^2}{[OH^-]\ mol/l} \qquad [OH^-] = \frac{(10^{-14}\ mol/l)^2}{[H^+]\ mol/l}$$

Iš šių formulių matome, jog vandenilio jonų koncentracija yra labai mažas dydis, todėl, kad būtų patogiau, naudojamas **vandenilio rodiklis pH.**

$$pH = -lg[H^+]$$

Neutralaus tirpalo pH = 7
Rūgštaus tirpalo pH < 7 (nuo 1 iki 6)
Šarminio tirpalo pH > 7 (nuo 8 iki 14)

Apskaičiuoti tirpalo rūgštingumą ar šarmingumą galima iš lygybės:

$$pOH + pH = 14$$

U ž d a v i n i a i

1. Tirpalo pH = 6. Raskite vandenilio ir hidroksilo jonų koncentraciją. Kokia tirpalo terpė?

S p r e n d i m a s

Duota: pH = 6.
Rasti: [H⁺].

I būdas

$pH = -lg[H^+]$; $-lg[H^+] = 6$; $lg[H^+] = -6$; tai yra lygu 10^{-6} mol/l
$[H^+] = 10^{-6}$ mol/l, tai $[OH^-] = 10^{-8}$ mol/l

II būdas

pH = 6, tai $[H^+] = 10^{-6}$ mol/l; $[OH^-] = \frac{K_w}{[H^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-6}} = 10^{-8}$ mol/ l

Atsakymas: $[H^+] = 10^{-6}$ mol/l ir $[OH^-] = 10^{-8}$ mol/l. Tirpalas yra rūgštus.

2. Tirpalo pH = 10,8. Raskite [OH⁻] koncentraciją tirpale.

S p r e n d i m a s

Duota: pH = 10,8.
Rasti: [OH⁻].

I būdas

$pH + pOH = 14$; pOH = 14 – pH; pOH = 14 – 10,8 = 3,2;
$-\lg[OH^-] = 3,2$
$[OH^-] = 6,31 \cdot 10^{-4}$ mol/l

II būdas

pH = 10,8, tai $[H^+] = 10^{-10,8}$ mol/l

$$[OH^-] = \frac{K_w}{[H^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-10,8}} = 10^{-3,2} \text{ mol/l} = 6,31 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$$

Atsakymas: $[OH^-]$ koncentracija tirpale yra $6,31 \cdot 10^{-4}$ mol/l.

3. Tirpalo pH = 2,43. Apskaičiuokite tirpalo $[H^+]$.

Sprendimas

Duota: pH = 2,43.
Rasti: $[H^+]$.

I būdas

$pH = -\lg[H^+]$; $-\lg[H^+] = 2,43$; $\lg[H^+] = -2,43$; $[H^+] = 3,7 \cdot 10^{-3}$ mol/l

II būdas

pH = 2,43, tai $[H^+] = 10^{-2,43} = 3,7 \cdot 10^{-3}$ mol/l

Atsakymas: $[H^+]$ koncentracija tirpale yra $3,7 \cdot 10^{-3}$ mol/l.

4. Apskaičiuokite $[H^+]$, kai $K_w = 1,86 \cdot 10^{-16}$.

Sprendimas

Duota: $K_w = 1,86 \cdot 10^{-16}$.
Rasti: $[H^+]$.

$$K_w = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]}; \; K_w \cdot [H_2O] = [H^+][OH^-]$$

$1,86 \cdot 10^{-16} \cdot 55,5 = 10^{-7} \cdot [H^+]$

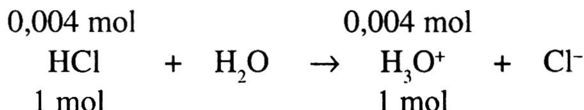
$[H^+] = 103,23 \cdot 10^{-9}$ mol/l

Atsakymas: $103,23 \cdot 10^{-9}$ mol/l $[H^+]$.

5. Raskite $4 \cdot 10^{-3}$ mol/l druskos rūgšties tirpalo pH, žinodami, kad rūgštis visiškai disocijavo į jonus.

S p r e n d i m a s

Duota: c(HCl) = 0,004 mol/ l.
Rasti: pH.



$$\underset{1\ \text{mol}}{\overset{0{,}004\ \text{mol}}{HCl}} + H_2O \rightarrow \underset{1\ \text{mol}}{\overset{0{,}004\ \text{mol}}{H_3O^+}} + Cl^-$$

$[H^+]$ = 0,004 mol/l
$pH = -\lg[H^+] = -\lg 0{,}004 = -\lg 4 \cdot 10^{-3} = \lg 4 - \lg 10^{-3} = 0{,}6 + (-3) = 2{,}4$

Atsakymas: tirpalo pH yra 2,4.

6. Vandenilio jonų koncentracija tirpale yra a) $1 \cdot 10^{-10}$ mol/l; b) $4 \cdot 10^{-3}$ mol/l. Koks tirpalo pH?

S p r e n d i m a s

Duota: $[H^+] = 1 \cdot 10^{-10}$ mol/l ir $4 \cdot 10^{-3}$ mol/l.
Rasti: pH.

a) $pH = -lg[H^+]$; $pH = -\lg (1 \cdot 10^{-10}) = -(0{,}0 + (-10)) = 10$
$pH = 10$

b) $pH = -lg[H^+]$; $pH = -\lg (4 \cdot 10^{-3}) = -0{,}6 + 3 = 2{,}4$
$pH = 2{,}4$

Atsakymas: a) pH = 10; b) pH = 2,4.

7. Sveiko žmogaus kraujo pH = 7,25. Smarkiai karščiuojant pH = 5,9. Kiek kartų karščiuojant padidėja [H⁺]?

S p r e n d i m a s

Duota: $pH^1 = 7{,}25$; $pH^2 = 5{,}9$.
Rasti: $[H^+]$.

Kai $pH^1 = 7{,}25$, $[H^+] = 10^{-7{,}25}$ mol/l.
Kai $pH^2 = 5{,}9$, $[H^+] = 10^{-5{,}9}$ mol/l.

[H⁺] padidėja:

$$\frac{10^{-7,25}}{10^{-5,9}} = 10^{-1,35} \text{ (kartų)}$$

Atsakymas: $[H^+]$ padidėja $10^{-1,35}$ kartų.

8. Kuriame tirpale ir kiek kartų didesnė $[H^+]$ – ar tirpale, kurio pH = 10, ar tirpale, kurio pH = 12?

Sprendimas

Duota: $pH^1 = 10$; $pH^2 = 12$.
Rasti: $[H^+]$.

$pH^1 = 10$, tai $[H^+] = 10^{-10}$ mol/l
$pH^2 = 12$, tai $[H^+] = 10^{-12}$ mol/l

$[H^+]$ padidėja $\frac{10^{-10}}{10^{-12}} = 10^{-2}$ kartų.

Atsakymas: $[H^+]$ 10^{-2} kartų didesnė tirpale, kurio pH = 10.

9. Apskaičiuokite tirpalo pH, jei viename litre yra 3,65 g HCl.

Sprendimas

Duota: V(tirpal.) = 1 l; m(HCl) = 3,65 g; M(HCl) = 36,5 g/mol.
Rasti: *pH*.

HCl yra stiprus elektrolitas, todėl H^+ koncentracija lygi molinei HCl koncentracijai.

$$n = \frac{m}{M} \qquad n = \frac{3{,}65 \text{ g}}{36{,}5 \text{ g/mol}} = 0{,}1 \text{ mol}$$

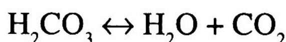
$$c = \frac{n}{V} \qquad c = 0{,}1 \text{mol/l} = 0{,}1 \text{ mol/l}$$

$[H^+] = 0{,}1$ mol/l; $pH = -lg[H^+]$; $pH = -\lg 10^{-1} = 1$

Atsakymas: tirpalo pH yra 1.

10. Laikant atvirą indą su H_2CO_3 tirpalu, po kurio laiko tirpalo pH padidėja. Paaiškinkite, kodėl taip atsitinka.

Sprendimas



$$H_2CO_3 \leftrightarrow H_2O + CO_2$$

Atsakymas: kadangi iš tirpalo išsiskiria CO_2, tai pH padidėja.

11. Kiek gramų acto rūgšties reikia pridėti į 2 l acto rūgšties tirpalo, kurio pH = 3,5, kad tirpalo pH sumažėtų iki 3? Acto rūgšties disociacijos konstanta yra $1,8 \cdot 10^{-5}$.

Sprendimas

Duota: V(tirpal.) = 2 l; $M(CH_3COOH)$ = 46 g/mol; pH = 3,5;
$K(CH_3COOH) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.
Rasti: $m(CH_3COOH)$.

Pradiniame tirpale $[H^+]$ buvo:
jei $pH = 3,5$, tai $[H^+] = 10^{-3,5}$, arba $-lg[H^+] = 3,5 = 3,2 \cdot 10^{-4}$ mol/l.

Acto rūgšties koncentraciją galima apskaičiuoti iš disociacijos konstantos išraiškos:

$$K = \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

$$1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{3,2 \cdot 10^{-4} \cdot 3,2 \cdot 10^{-4}}{x - 3,2 \cdot 10^{-4}}; \quad x = 5,69 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

Jei pH = 3, tai $[H^+] = 10^{-3}$ mol/l, šiame tirpale acto rūgšties koncentracija bus:

$$1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{10^{-3} \cdot 10^{-3}}{y - 10^{-3}} \qquad y = 5,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$$

Apskaičiuojame acto rūgšties koncentracijų skirtumą:

$$5,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l} - 5,69 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} = 4,93 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$$

$4,93 \cdot 10^{-2}$ mol —— 1 l
x mol —— 2 l
x = 0,1 mol

$$n = \frac{m}{M}; \; m = n \cdot M = 0,1 \text{ mol} \cdot 46 \text{ g/mol} = 4,6 \text{ g}$$

Atsakymas: reikia pridėti 4,6 g acto rūgšties.

12. Acto rūgšties koncentracija yra 0,1 mol/l. Apskaičiuokite tirpalo pH.

S p r e n d i m a s

Duota: c(acto rūgšties) = 0,1 mol/l.
Rasti: pH.

$$K = \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

Pagal rūgščių jonizacijos lentelę:

$K = 1{,}7 \cdot 10^{-5}$; $1{,}7 \cdot 10^{-5} = [H^+][CH_3COO^-]$

$$1{,}7 \cdot 10^{-5} = \frac{[H^+]^2}{0{,}1}$$

$[H^+]^2 = 0{,}1 \cdot 1{,}7 \cdot 10^{-5} = 0{,}17 \cdot 10^{-5}$

$[H^+] = 1{,}3 \cdot 10^{-3}$

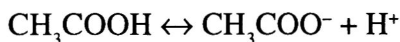
$pH = -lg[H^+] = -\lg(1{,}3 \cdot 10^{-3}) = 2{,}89$

Atsakymas: tirpalo pH yra 2,89.

13. Raskite acto rūgšties disociacijos laipsnį α, jeigu 1 ml tirpalo yra 5,94 · 10¹⁹ molekulių ir 1,2 · 10¹⁸ jonų.

S p r e n d i m a s

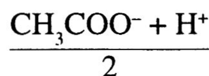
Duota: V(tirpal.) = 1 ml; N(*jonų sk.*) = $1{,}2 \cdot 10^{18}$; N(*molek. sk.*) = $5{,}94 \cdot 10^{19}$.
Rasti: α.



$$CH_3COOH \leftrightarrow CH_3COO^- + H^+$$

$$\alpha = \frac{\textit{disocijuotų molekulių sk.}}{\textit{ištirpusių molekulių sk.}}$$

Kadangi acto rūgštis disocijuoja į 2 jonus, tai disocijuotų molekulių yra:



$$\frac{CH_3COO^- + H^+}{2}$$

Apskaičiuojame disocijavusių molekulių skaičių:

$$\frac{1{,}2 \cdot 10^{18}}{2} = 0{,}6 \cdot 10^{18}$$

Iš viso buvo ištirpę molekulių:

$5{,}94 \cdot 10^{19} + 0{,}6 \cdot 10^{18} = 6 \cdot 10^{19}$

$$\alpha = \frac{0{,}6 \cdot 10^{18}}{6 \cdot 10^{19}} = 0{,}01, \text{ arba } 1\%$$

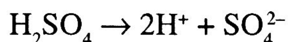
Atsakymas: α yra 1%.

14. H_2SO_4 tirpalo pH = 3. Raskite tirpalo molinę koncentraciją.

Sprendimas

Duota: $pH = 3$.
Rasti: c.

Jei $pH = 3$, tai $[H^+] = 10^{-3}$ mol/l



$$H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$$

$[H^+] = 10^{-3}$ mol/l

$$[H_2SO_4] = 2[H^+] = \frac{10^{-3}}{2} = 0{,}0005$$

Atsakymas: tirpalo molinė koncentracija yra 0,0005 mol/l.

Savikontrolės uždavinys

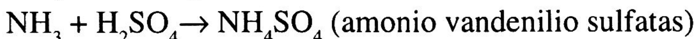
1. Apskaičiuokite tirpalo pH, jei 1 l yra 5,6 g KOH. (Ats.: pH = 13.)

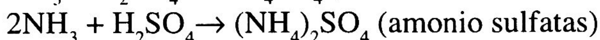
Druskų rūgštingumo radimas

Druskos yra normalios arba neutralios (Na_2SO_4; K_3PO_4 ir kt.), rūgščios ($NaHSO_4$; K_2HPO_4 ir kt.), bazinės ($CaOHCl$; $AlOHCl_2$ ir kt.), dvigubos ($KCr(SO_4)_2$), mišrios ($CaClOCl$) bei kompleksinės ($Na_2[Zn(OH)_4]$).

Rūgščios druskos gaunamos, kai reaguoja:

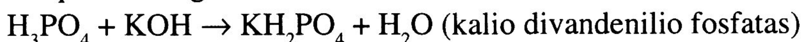
- diprotonė rūgštis + amoniakas

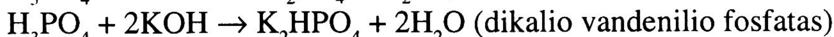

$NH_3 + H_2SO_4 \rightarrow NH_4SO_4$ (amonio vandenilio sulfatas)

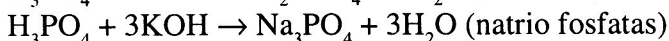

$2NH_3 + H_2SO_4 \rightarrow (NH_4)_2SO_4$ (amonio sulfatas)

Visiška neutralizacija

- triprotonė rūgštis + šarmas:

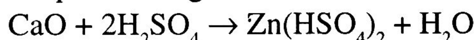

$H_3PO_4 + KOH \rightarrow KH_2PO_4 + H_2O$ (kalio divandenilio fosfatas)

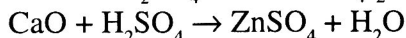

$H_3PO_4 + 2KOH \rightarrow K_2HPO_4 + 2H_2O$ (dikalio vandenilio fosfatas)


$H_3PO_4 + 3KOH \rightarrow Na_3PO_4 + 3H_2O$ (natrio fosfatas)

Visiška neutralizacija

- diprotonė rūgštis + metalo oksidas

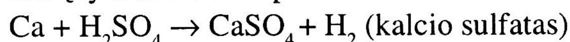

$CaO + 2H_2SO_4 \rightarrow Zn(HSO_4)_2 + H_2O$


$CaO + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2O$

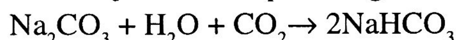
- diprotonė rūgštis + metalas


$Ca + 2H_2SO_4 \rightarrow Ca(HSO_4)_2 + H_2$ (kalcio vandenilio sulfatas)

Kai įvyksta visiškas pakeitimas:

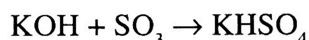

$Ca + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + H_2$ (kalcio sulfatas)

- druską veikiant ta pačia rūgštimi:

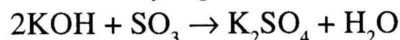

$Na_2CO_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow 2NaHCO_3$

- diprotonės rūgšties anhidridas + šarmas

Kai šarmo trūksta:

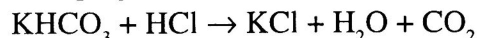

$KOH + SO_3 \rightarrow KHSO_4$

Kai šarmo yra pakankamai arba su pertekliumi:

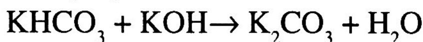

$2KOH + SO_3 \rightarrow K_2SO_4 + H_2O$

Rūgščių druskų savybės:

- reaguoja su rūgštimis ir susidaro silpna rūgštis


$KHCO_3 + HCl \rightarrow KCl + H_2O + CO_2$

• reaguoja su šarmais


$KHCO_3 + KOH \rightarrow K_2CO_3 + H_2O$

• kaitinamos lengvai skyla

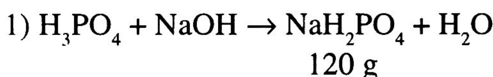

$NH_4HCO_3 \xrightarrow{t^o} NH_3 + H_2O + CO_2$

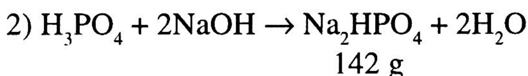
U ž d a v i n i a i

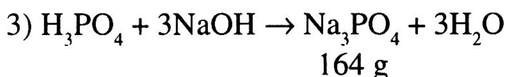
1. Reaguoja 9,8 g H_3PO_4 su 4 g NaOH.
2. Reaguoja 9,8 g H_3PO_4 su 8 g NaOH.
3. Reaguoja 9,8 g H_3PO_4 su 10 g NaOH.
4. Reaguoja 9,8 g H_3PO_4 su 12 g NaOH.
5. Reaguoja 9,8 g H_3PO_4 su 6 g NaOH.
Kokios druskos ir kiek jų susidarys?

S p r e n d i m a s

Duota: $m(H_3PO_4) = 9{,}8$ g; $m(NaOH) = 4$ g; 8 g; 6 g; 10 g; 12 g;
$M(NaOH) = 40$ g/mol; $M(H_3PO_4) = 98$ g/mol; $M(NaH_2PO_4) = 120$ g/mol;
$M(Na_2HPO_4) = 142$ g/mol; $M(Na_3PO_4) = 164$ g/mol.


1) $H_3PO_4 + NaOH \rightarrow NaH_2PO_4 + H_2O$
120 g


2) $H_3PO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2HPO_4 + 2H_2O$
142 g


3) $H_3PO_4 + 3NaOH \rightarrow Na_3PO_4 + 3H_2O$
164 g

1. $n = \frac{m}{M}$

$$n(H_3PO_4) = \frac{9{,}8\ g}{98\ g/mol} = 0{,}1 mol$$

$$n(NaOH) = \frac{4g}{40\ g/mol} = 0{,}1 mol \rightarrow 0{,}1 : 0{,}1 = 1 : 1$$

Pagal (1) lygtį reaguoja tokie pat lygūs medžiagų kiekiai, tai susidaro 0,1 mol NaH_2PO_4.

$$n = \frac{m}{M}\ ;\ m = n \cdot M$$

$m(NaH_2PO_4) = 0{,}1\ \text{mol} \cdot 120\ \text{g/mol} = 12\ \text{g}$

Atsakymas: susidarys 12 g NaH_2PO_4.

2. $n(H_3PO_4) = 0{,}1\ \text{mol}$

$$n(NaOH) = \frac{8\ \text{g}}{40\ \text{g/mol}} = 0{,}2\ \text{mol} \rightarrow 0{,}1 : 0{,}2 = 1 : 2$$

Tai (2) lygtis, ir susidaro 0,1 mol Na_2HPO_4.

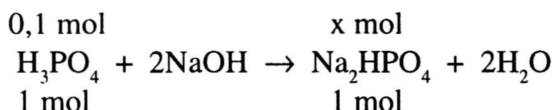
$m = 142\ \text{g/mol} \cdot 0{,}1\ \text{mol} = 14{,}2\ \text{g}$

Atsakymas: susidarys 14,2 g Na_2HPO_4.

3. $n(H_3PO_4) = 0{,}1\ \text{mol}$

$$n(NaOH) = \frac{10\ \text{g}}{40\ \text{g/mol}} = 0{,}25\ \text{mol} \rightarrow 0{,}1 : 0{,}25 = 1 : 2{,}5$$

Tai (2) lygtis:
lieka 0,25 mol – 0,2 mol = 0,05 mol NaOH, kuris neutralizuos susidariusią rūgščią druską:

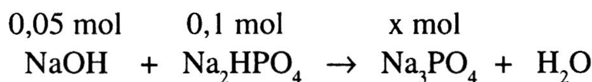


$$\underset{1\ \text{mol}}{\overset{0{,}1\ \text{mol}}{H_3PO_4}} + 2NaOH \rightarrow \underset{1\ \text{mol}}{\overset{x\ \text{mol}}{Na_2HPO_4}} + 2H_2O$$

Susidaro 0,1 mol Na_2HPO_4.

$m = 0{,}1\ \text{mol} \cdot 142\ \text{g/mol} = 14{,}2\ \text{g}$

Kadangi 0,05 mol < 0,1 mol, tai sureaguos visas NaOH ir susidarys 0,05 mol Na_3PO_4:



$$\overset{0{,}05\ \text{mol}}{NaOH} + \overset{0{,}1\ \text{mol}}{Na_2HPO_4} \rightarrow \overset{x\ \text{mol}}{Na_3PO_4} + H_2O$$

Susidarys 0,05 mol Na_3PO_4.

$m = 0{,}05\ \text{mol} \cdot 164\ \text{g/mol} = 8{,}2\ \text{g}$

Po neutralizacijos reakcijos Na_2HPO_4 liko:
0,1 mol – 0,05 mol = 0,05 mol

$m = 0{,}05\ \text{mol} \cdot 142\ \text{g/mol} = 7{,}1\ \text{g}\ Na_2HPO_4$

Atsakymas: susidarys 8,2 g Na_3PO_4; 7,1 g Na_2HPO_4.

4. $n(H_3PO_4) = 0,1$ mol

$$n(NaOH) = \frac{12\ g}{40\ g/mol} = 0,3\ mol \rightarrow 0,1 : 0,3 = 1 : 3$$

Pagal (3) lygtį reaguoja 1 mol H_3PO_4 ir 3 mol NaOH, tai Na_3PO_4 bus 0,1 mol.

$m = 0,1$ mol · 164 g/mol = 16,4 g

Atsakymas: susidarys 16,4 g Na_3PO_4.

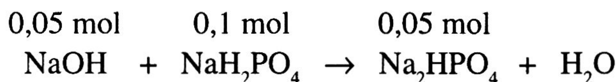
5. $n(H_3PO_4) = 0,1$ mol

$$n(NaOH) = \frac{6\ g}{40\ g/mol} = 0,15\ mol \rightarrow 0,1 : 0,15 = 1 : 1,5$$

Pagal (1) lygtį reaguoja 1 mol H_3PO_4 ir 1 mol NaOH, tai liko:

0,15 mol – 0,1 mol = 0,05 mol, tai ir NaH_2PO_4 bus 0,1 mol

$m = 0,1$ mol · 120 g/mol= 12 g NaH_2PO_4



$$\overset{0,05\ mol}{NaOH} + \overset{0,1\ mol}{NaH_2PO_4} \rightarrow \overset{0,05\ mol}{Na_2HPO_4} + H_2O$$

0,05 : 0,1 = 1 : 2, tai NaH_2PO_4 dar liks:

0,1 mol – 0,05 mol = 0,05 mol

$m = 0,05$ mol · 120 g/mol = 6 g NaH_2PO_4

Susidarė 0,05 mol Na_2HPO_4.

$m = 0,05$mol · 142 g/mol = 7,1 g

Atsakymas: susidarė 6 g NaH_2PO_4; 7,1 g Na_2HPO_4.

6. Reaguoja 5% 50 g NaOH su 2% 30 g H_2SO_4. Kokia druska ir kiek jos susidarys?

S p r e n d i m a s

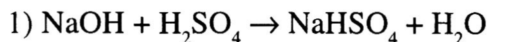
Duota: ω(NaOH) = 5%; m(NaOH) = 50 g; M(NaOH) = 40 g/mol;

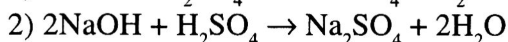
$\omega(H_2SO_4) = 2\%$; $m(H_2SO_4) = 30$ g; $M(H_2SO_4) = 98$ g/mol.

Rasti: kokia druska ir m(druskos).

$$\omega = \frac{m(med\check{z}.) \cdot 100\%}{m(tirpal.)}; \quad m(med\check{z}.) = \frac{m(tirpal.) \cdot \omega}{100\%}$$

$$m(NaOH) = \frac{5\% \cdot 50\ g}{100\%} = 2,5\ g \qquad m(H_2SO_4) = \frac{2\% \cdot 30\ g}{100\%} = 0,6\ g$$


1) $NaOH + H_2SO_4 \rightarrow NaHSO_4 + H_2O$


2) $2NaOH + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$

$$n(NaOH) = \frac{2{,}5\ g}{40\ g/mol} = 0{,}06\ mol$$

$$n(H_2SO_4) = \frac{0{,}6\ g}{98\ g/mol} = 0{,}006\ mol \rightarrow 0{,}06 : 0{,}006 =$$

$$= \frac{0{,}06}{0{,}006} : \frac{0{,}006}{0{,}006} = 10 : 1$$

Žr. (2) lygtį: Na_2SO_4 bus tiek molių, kiek H_2SO_4, o tai yra 0,006 mol.

$m = 0{,}006\ mol \cdot 12\ g/mol = 0{,}072\ g$

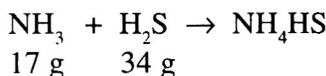
Atsakymas: susidarė 0,072 g Na_2SO_4.

7. Kokia druska susidaro reaguojant vienodoms NH_3 ir H_2S masėms?

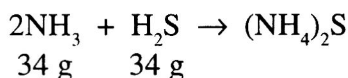
Sprendimas

Duota: $M(NH_3) = 17$ g/mol; $M(H_2S) = 34$ g/mol.

Rasti: kokia druska susidaro.


$NH_3 + H_2S \rightarrow NH_4HS$

17 g   34 g


$2NH_3 + H_2S \rightarrow (NH_4)_2S$

34 g   34 g

Atsakymas: susidaro $(NH_4)_2S$.

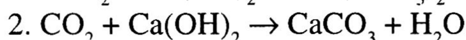
8. Į tirpalą, turintį 3,7 g $Ca(OH)_2$, įleista 1,68 l CO_2. Raskite nuosėdų masę.

Sprendimas

Duota: $m(Ca(OH)_2) = 3{,}7$ g; $M(Ca(OH)_2) = 74$ g/mol; $V(CO_2) = 1{,}68$ l; $M(CaCO_3) = 100$ g/mol.

Rasti: $m(CaCO_3)$.


1. $2CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow Ca(HCO_3)_2$

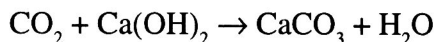

2. $CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$

$$n = \frac{m}{M} \qquad n(Ca(OH)_2) = \frac{3{,}7\ g}{74\ g/mol} = 0{,}05\ mol$$

$$n = \frac{V}{V_m} \qquad n(CO_2) = \frac{1{,}68\ l}{22{,}4\ l/mol} = 0{,}075\ mol$$

$$n(CO_2) : n(Ca(OH)_2) = 0{,}075 : 0{,}05 = 1{,}5 : 1$$

Todėl spręsime pagal (2) lygtį:

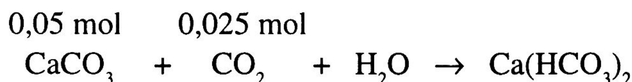


$$CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$$

Kadangi pagal lygtį reaguoja ir susidaro vienodi medžiagų kiekiai, tai sureaguos 0,05 mol CO_2 ir 0,05 mol $Ca(OH)_2$. Liks 0,075 mol – 0,05 = 0,025 mol CO_2. Susidarys 0,05 mol $CaCO_3$.

$$m = 0{,}05\ mol \cdot 100\ g/mol = 5\ g\ CaCO_3$$

Dar liko 0,025 mol CO_2, tai reakcija vyks toliau:



$$\overset{0{,}05\ mol}{CaCO_3} + \overset{0{,}025\ mol}{CO_2} + H_2O \rightarrow Ca(HCO_3)_2$$

Pagal lygtį matome, kad sureaguos vienodi medžiagų kiekiai, tai ir pagal sąlygą sureaguos 0,025 mol CO_2 ir 0,025 mol $CaCO_3$ bei susidarys 0,025 mol $Ca(HCO_3)_2$.

$$m(CaCO_3) = 0{,}025\ mol \cdot 100\ g/mol = 2{,}5\ g$$

Pasibaigus reakcijai nuosėdų bus:

$$5\ g - 2{,}5\ g = 2{,}5\ g$$

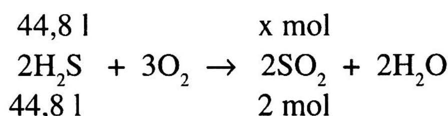
Atsakymas: nuosėdų susidarys 2,5 g.

9. SO_2, gautas sudeginus 44,8 l H_2S, praleistas per 0,5 l 25% NaOH (ρ = 1,28 g/cm^3) tirpalo. Kokia druska ir kiek jos susidarė? Kokia jos masės dalis procentais tirpale?

Sprendimas

Duota: $V(H_2S)$ = 44,8 l; V(NaOH) = 0,5 l; ρ(NaOH) = 1,28 g/cm^3;
M(NaOH) = 40 g/mol; ω(NaOH) = 25%; $M(SO_2)$ = 64 g/mol.

Rasti: m(druskos); ω; kokia druska.



44,8 l — x mol

$$2H_2S + 3O_2 \rightarrow 2SO_2 + 2H_2O$$

44,8 l — 2 mol

$m = n \cdot M(SO_2)$

$n(SO_2) = 2$ mol; $m(SO_2) = 2$ mol $\cdot$ 64 g/mol = 128 g SO_2

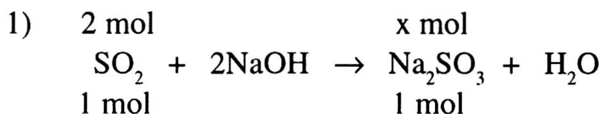
$m(tirpal.) = V \cdot \rho = 500$ ml $\cdot$ 1,28 g/cm^3 = 640 g NaOH

$$\omega = \frac{m(med\check{z}.) \cdot 100\%}{m(tirpal.)} \qquad m(med\check{z}.) = \frac{m(tirpal.) \cdot \omega}{100\%}$$

$$m(\text{medž.}) = \frac{640 \text{ g} \cdot 25\%}{100\%} = 160 \text{ g NaOH}$$

$$n = \frac{m}{M} \qquad n = \frac{160 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = 4 \text{ mol}$$

SO_2 : NaOH = 2 : 4 = 1 : 2



1) 2 mol $\qquad$ x mol

$SO_2 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_3 + H_2O$

1 mol $\qquad$ 1 mol

x = 2 mol Na_2SO_3



2) $SO_2 + NaOH \rightarrow NaHSO_3$

Tai (1) reakcija, nes abi medžiagos visiškai sureagavo, tai:

$m = 2$ mol $\cdot$ 126 g/mol = 252 g Na_2SO_3

$$\omega = \frac{252 \text{ g} \cdot 100\%}{640 \text{ g} + 128 \text{ g}} = 33\%$$

Atsakymas: susidarė Na_2SO_3; 252 g Na_2SO_3; medžiagos masės dalis tirpale yra 33%.

Cheminių reakcijų greitis

Reakcijos vyksta homogeninėje ir heterogeninėje sistemose. **Homogeninė reakcija** vyksta visame sistemos tūryje, o **heterogeninė** – fazių sąlyčio plote.

Cheminių reakcijų greitis yra reaguojančių ar susidarančių medžiagų koncentracijų pokytis per tam tikrą laiką. Jis reiškiamas mol/l · s.

Vidutinis reakcijos greitis yra:

$$v = \frac{\pm \Delta c}{\Delta t}$$

Heterogeninių reakcijų greitis reiškiamas reagentų molių skaičiaus pokyčiu fazių sąlyčio ploto vienete S per laikotarpį Δt:

$$v(ht) = \frac{\pm \Delta n}{S\, \Delta t}$$

Momentinis reakcijos greitis:

$$v(mom.) = \frac{\Delta c}{\Delta t}$$

Reakcijos greitis priklauso:

• nuo reaguojančių medžiagų prigimties;

• nuo reaguojančių medžiagų koncentracijos (didėja ją didinant; reakcijos greičio priklausomybę nuo reaguojančių medžiagų koncentracijos apibūdina *veikiančiųjų masių dėsnis*: greitis, esant pastoviai temperatūrai, tiesiog proporcingas reaguojančių medžiagų koncentracijų sandaugai).

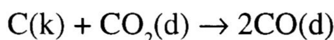
Pagal homogeninę reakciją mA + nB → pC dėsnis užrašomas taip:

$$v = k\, [A]^m [B]^n$$

[A] ir [B] – tai reaguojančių medžiagų molinės koncentracijos mol/l, *k* – greičio konstanta.

Heterogeninės reakcijos greitis priklauso:

• nuo dalyvaujančių reakcijoje dujų ar ištirpusių medžiagų koncentracijos:



$$C(k) + CO_2(d) \rightarrow 2CO(d)$$

$$v = k\, [CO_2]$$

• nuo agregatinės būsenos (kai reaguojančios medžiagos yra skirtingos agregatinės būsenos, greitis didėja, didinant jų lietimosi paviršių);

• nuo temperatūros (priklausomybę nuo temperatūros apibūdina **van Hoffo taisyklė:** pakėlus temperatūrą 10°C, reakcijos greitis padidėja 2–4 kartus):

$$v_{t_2} = v_{t_1} \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$$

v_{t_2} – greitis, temperatūrą pakėlus nuo t° iki t_2

v_{t_1} – pradinis greitis, esant t° ir t_1

γ – temperatūrinis koeficientas rodo, kiek kartų padidėja reakcijos greitis, pakėlus temperatūrą 10°. Daugumos reakcijų jis yra 2–4;

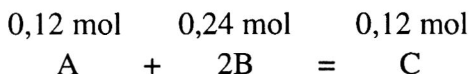
• nuo katalizatoriaus.

U ž d a v i n i a i

1. Vyksta reakcija A + 2B = C. Pradinė koncentracija: A = 0,9 mol/l; B = 1 mol/l. Praėjus 20 min. A medžiagos koncentracija sumažėjo iki 0,78 mol/l. Kokia bus B ir C medžiagų koncentracija? Kokiu vidutiniu greičiu vyko reakcija?

S p r e n d i m a s

Duota: [A] = 0,9 mol/l; *[B]* = 1 mol/l; t = 20 min.; *[A^1]* = 0,78 mol/l.
Rasti: [A] ir [B]; v(vid.).



0,12 mol		0,24 mol		0,12 mol
A	+	2B	=	C

Per 20 min. sureagavo 0,9 – 0,78 = 0,12 mol medžiagos A. Pagal reakcijos lygtį medžiagos B sureaguoja 2 kartus daugiau molių, t. y. 0,12 · 2 = 0,24 mol. Medžiagos C bus tiek pat molių, kiek sureaguoja medžiagos A, t. y. 0,12 mol.

Todėl po 20 min. turėsime:

medžiagos B:

1 mol/l – 0,24 mol/l = 0,76 mol/l

$$v(vid.)(pagal\ A) = \frac{-\Delta C}{\Delta t} = \frac{0{,}12 \text{ mol/l}}{20 \text{ min.}} = 0{,}006 \text{ mol/l min.}$$

$$v(vid.)(\text{pagal B}) = \frac{0{,}24 \text{ mol/l}}{20 \text{ min.}} = 0{,}012 \text{ mol/l min.}$$

Atsakymas: 0,76 mol/l medžiagos B; 0,12 mol/l medžiagos C; vidutinis reakcijų greitis buvo 0,006 mol/l min. bei 0,012 mol/l min.

2. Kaip pasikeis reakcijos tarp azoto ir vandenilio greitis, jeigu: a) 2 kartus padidinsime vandenilio koncentraciją, b) 3 kartus padidinsime slėgį?

Sprendimas

a) $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$

$v = k\,[N_2][H_2]^3;\ v_1 = k\,[N_2]2[H_2]^3 = 8k\,[N_2][H_2]^3$

$$\frac{v_1}{v} = \frac{8k\,[N_2][H_2]^3}{k\,[N_2][H_2]^3} = 8$$

b) norint 3 kartus padidinti slėgį, reikia suspausti dujų mišinį iki 3 kartus mažesnio tūrio, dėl to 3 kartus padidėja kiekvienos medžiagos koncentracija.

$v_1 = 3k\,[N_2]3[H_2]^3 = 3 \cdot 27 \cdot k\,[N_2]H_2]^3$

$$\frac{v_1}{v} = \frac{81k\,[N_2]H_2]^3}{k\,[N_2]H_2]^3} = 81$$

Atsakymas: greitis padidės a) 8 kartus; b) 81 kartą.

3. Pakėlus temepratūrą 10°C, reakcijos greitis padidėja 2 kartus ($\gamma = 2$). Esant 20°C reakcijos greitis yra lygus 0,02 mol/l min. Koks jis bus: a) esant 50°C; b) 0°C? Kiek kartų padidės reakcijos greitis temperatūrą pakėlus 100°C?

Sprendimas

Duota: $v = 0{,}02$ mol/l min.; $\gamma = 2$; $t_1 = 20°C$; $t_2 = 50°C$; $t = 100°C$.

a) $v_2 = v \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}} = 0{,}02 \cdot 2^{\frac{50-20}{10}} = 0{,}02 \cdot 2^3 = 0{,}16$ mol/l min.

b) $v_2 = v \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}} = 0{,}02 \cdot 2^{\frac{0-20}{10}} = 0{,}02 \cdot 2^{-2} = 0{,}005$ mol/l min.

$$\frac{v_2}{v} = \frac{\gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}}{1} = 2^{\frac{100}{10}} = 2^{10} = 1024 \text{ kartus}$$

Atsakymas: a) 0,16 mol/l min.; b) 0,005 mol/l min.; greitis padidės 1024 kartus.

4. Kaip pasikeis reakcijos $2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$ greitis, jei slėgį padidinsime 3 kartus?

S p r e n d i m a s

$$v = k[SO_2]^2[O_2]$$

Padidinus slėgį, reaguojančių medžiagų koncentracija padidės 3 kartus:

$$v = k\ [3SO_2]^2[3O_2] = 27k\ [SO_2]^2[O_2]$$

Atsakymas: reakcijos greitis padidės 27 kartus.

5. Temperatūrinis reakcijos greičio koeficientas yra 2,5. Kiek kartų padidės reakcijos greitis, pakėlus temperatūrą nuo 20°C iki 65°C?

S p r e n d i m a s

Duota: $\gamma = 2{,}5$; $t_1 = 20°C$; $t_2 = 65°C$.
Rasti: v.

$$\frac{v}{v_1} = \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}} = 2{,}5^{\frac{65-20}{10}} = 2{,}5^{4,5};\ lg\frac{v}{v_1} = 4{,}5\ \lg 2{,}5 = 4{,}5 \cdot 0{,}4 = 1{,}8$$

$$\frac{v}{v_1} = 63$$

Atsakymas: reakcijos greitis padidės 63 kartus.

S a v i k o n t r o l ė s   u ž d a v i n y s

Kiek kartų padidės tiesioginės reakcijos $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ greitis, padidinus slėgį du kartus? (Ats.: 16 kartų.)

Reakcijos, kurios vienu metu vyksta dviem priešingomis kryptimis, vadinamos **grįžtamosiomis reakcijomis**. Kai tiesioginės bei atvirkštinės reakcijų greitis yra lygus ir visų reaguojančių medžiagų koncentracija pastovi, reakcija yra įgijusi cheminę pusiausvyrą.

Reakcijos $2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$ pusiausvyros konstanta:

$$K = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2[O_2]}$$

Cheminė pusiausvyra priklauso nuo reaguojančių medžiagų koncentracijos, temperatūros bei slėgio. Pakeitus vieną iš sąlygų, kurioms esant sistema yra įgijusi cheminę pusiausvyrą, pusiausvyra pasislenka kryptimi, priešinga padarytam pakeitimui.

U ž d a v i n i a i

1. Apskaičiuokite reakcijos $H_2 + Cl_2 \leftrightarrow 2HCl$ pusiausvyros konstantą, jei pradinė koncentracija buvo $[H_2] = 0{,}4$ mol/l, $[Cl_2] = 0{,}4$ mol/l, o nusistovėjus pusiausvyrai, sureagavo 50% H_2 bei Cl_2.

S p r e n d i m a s

Duota: $[H_2] = 0{,}4$ mol/l; $[Cl_2] = 0{,}4$ mol/l.
Rasti: K.

Jei sureagavo 50%, tai liko 0,2 mol/l.

$$\underset{\text{esant pusiausvyrai}}{[H_2]} = \underset{\text{pradinė}}{[H_2]} - \underset{\text{reaguojant}}{[H_2]}$$

$[H_2] = 0{,}4 - 0{,}2 = 0{,}2$ mol/l
$[Cl_2] = 0{,}4 - 0{,}2 = 0{,}2$ mol/l

Iš lygties matyti, kad HCl susidaro dvigubai daugiau, t. y. 0,4 mol/l.

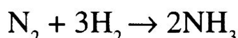
$$K = \frac{[HCl]^2}{[H_2][Cl_2]} = \frac{(0{,}4)^2}{(0{,}2)(0{,}2)} = 4$$

Atsakymas: pusiausvyros konstanta yra 4.

2. Pradinė koncentracija $[N_2]$ = 4 mol/l ir $[H_2]$ = 10 mol/l. Kokia bus kiekvienos medžiagos koncentracija esant pusiausvyrai, jei iki pusiausvyros nusistovėjimo sureagavo 50% N_2?

S p r e n d i m a s

Duota: $[N_2]$ = 4 mol/l ir $[H_2]$ = 10 mol/l.
Rasti: koncentraciją esant pusiausvyrai.



$$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$$

Sureagavo 50% N_2:

4 mol	sudaro	100%
x mol	——	50%
x	=	2 mol

Iš lygties apskaičiuojame:

1 mol N_2	——	2 mol NH_3
2 mol	——	x mol
x	=	4 mol NH_3

$$\underset{\textit{esant pusiausvyrai}}{[N_2]} = \underset{\textit{pradinė}}{[N_2]} - \underset{\textit{reaguojant}}{[N_2]}$$

$[N_2]$ = 4 mol/l – 2 mol/l = 2 mol/l
$[H_2]$ = 10 – 6 = 4 mol/l
$[NH_3]$ = |0| – |4| = 4 mol/l

Atsakymas: koncentracija esant pusiausvyrai yra $[N_2]$ = 2 mol/l; $[H_2]$ = 4 mol/l; $[NH_3]$ = 4 mol/l.

3. Reakcijos $H_2 + I_2 \rightarrow 2HI$ pusiausvyros konstanta 70. Kiek jodo sureagavo, kol buvo pasiekta pusiausvyra, jei H_2 ir I_2 buvo sumaišyti molių santykiu 1:1?

S p r e n d i m a s

Duota: $K = 70$.
Rasti: $m(I_2)$.

$$K = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = 70$$

Medžiagas sumaišius molių santykiu 1:1 ir nusistovėjus pusiausvyrai, H_2 ir I_2 koncentracijos bus lygios:

$[H_2] = [I_2] = c(1 - x)$ mol/l
(c – pradinė H_2 arba I_2 koncentracija)

$[HI] = 2\,c\,x$ mol/l
(c x – sureagavusi H_2 arba I_2 dalis)

$$K = \frac{[2c\,x]^2}{[(1 - x)c]^2} = \frac{4c^2x^2}{(1 - x)^2c^2} = 70$$

x = 0,807 (80,7%), vadinasi, tiek jodo virto HI.

Atsakymas: kol buvo pasiekta pusiausvyra, jodo sureagavo 0,807 g.

4. Nusistovėjus reakcijos A + 2B ↔ C pusiausvyrai, reaguojančių medžiagų koncentracija buvo [A]= 0,6 mol/l, [B] = 1,2 mol/l, [C] = 2,16 mol/l. Apskaičiuokite pusiausvyros konstantą ir A ir B medžiagų pradinę koncentraciją.

Sprendimas

Duota: *[A]*= 0,6 mol/l; *[B]*= 1,2 mol/l; *[C]*= 2,16 mol/l.
Rasti: *K*; pradinę koncentraciją.

$$K = \frac{[C]}{[A][B]^2}$$

$$K = \frac{2{,}16}{0{,}6 \cdot (1{,}2)^2} = 2{,}5$$

Pagal lygtį iš 1 mol A ir 2 mol B susidaro 1 mol C. Taigi, kad susidarytų 2,16 mol medžiagos C, reikia:

2,16 mol A ir 2,16 · 2 = 4,32 mol medžiagos B

Tai pradinė koncentracija:

$[A] = 0{,}6 + 2{,}16 = 2{,}76$ mol/l
$[B] = 1{,}2 + 4{,}32 = 5{,}54$ mol/l

Atsakymas: pusiausvyros konstanta yra 2,5; [A] = 2,76 mol/l; [B] = 5,54 mol/l.

5. Sumaišyta 0,2 mol medžiagos A ir 0,6 mol medžiagos B, tirpalas praskiestas iki 1 l. Apskaičiuokite medžiagų A, B, C ir D pusiausvyros koncentraciją, jeigu reakcijos A + B ↔ C+ D pusiausvyros konstanta K = 0,2.

S p r e n d i m a s

Duota: n(A) = 0,2 mol; n(B) = 0,6 mol; K = 0,2; V(tirpalo) = 1 l.
Rasti: [A]; [B]; [C]; [D].

$$K = \frac{[C][D]}{[A][B]} = 0{,}2$$

$[C] = x$; $[D] = x$; $[A] = 0{,}2 - x$; $[B] = 0{,}6 - x$

$$0{,}2 = \frac{x \cdot x}{(0{,}2 - x)(0{,}6 - x)}$$

$x = [C] = [D] = 0{,}1$ mol/l
$[A] = 0{,}2 - 0{,}1 = 0{,}1$ mol/l
$[B] = 0{,}6 - 0{,}1 = 0{,}5$ mol/l

Atsakymas: pusiausvyros koncentracija yra [C] = [D] = 0,1 mol/l; [A] = 0,1 mol/l; [B] = 0,5 mol/l.

6. Raskite reakcijos $N_2O_4 \leftrightarrow 2NO_2$ pusiausvyros konstantą, jeigu pradinė N_2O_4 koncentracija buvo 0,02 mol/l ir pusiausvyros momentu jos disociacija buvo 60%.

S p r e n d i m a s

Duota: $c[N_2O_4]$ = 0,02 mol/l; α = 60%.
Rasti: K.



$N_2O_4 \leftrightarrow 2NO_2$

$$n(N_2O_4) = \frac{0{,}02 \cdot 60\%}{100\%} = 0{,}012 \text{ mol}$$

$c[N_2O_4]$ esant pusiausvyrai = 0,02 – 0,012 = 0,008 mol/l
$c[NO_2]$ esant pusiausvyrai = 0,012 · 2 = 0,02 mol/l

$$K = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$$

$$K = \frac{(0{,}024)^2}{0{,}008} = 0{,}072$$

Atsakymas: pusiausvyros konstanta yra 0,072.

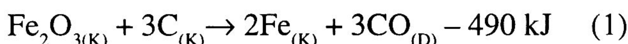
Savikontrolės uždaviniai

1. Nusistovėjus pusiausvyrai $N_2(d) + 3H_2(d) \leftrightarrow 2NH_3$ mišinyje yra 0,31 mol N_2, 0,5 mol H_2 ir 0,14 mol NH_3. Indo, kuriame vyko reakcija, tūris yra 2 l. Apskaičiuokite pusiausvyros konstantą K. (Ats.: 2,02.)

2. Nusistovėjo pusiausvyra $A(d) + B(d) \leftrightarrow C(d) + 2D(d)$, kai į 0,4 l tūrio indą buvo įdėta 1 mol A medžiagos ir 1 mol B medžiagos. Pusiausvyros sąlygomis inde yra 0,2 mol C medžiagos. Apskaičiuokite pusiausvyros konstantą K. (Ats.: 0,05.)

Kai medžiagos cheminių reakcijų metu virsta kitomis, tai šiluma arba išsiskiria, arba yra sugeriama. Tas šilumos kiekis vadinamas **šiluminiu reakcijos efektu**. Jis yra nurodomas reakcijų lygtyse ir išreiškiamas kilodžauliais reagento moliui [kJ/mol].

Reakcijos, kurių metu šiluma sugeriama, vadinamos **endoterminėmis reakcijomis**:



$$Fe_2O_{3(K)} + 3C_{(K)} \rightarrow 2Fe_{(K)} + 3CO_{(D)} - 490\ kJ \quad (1)$$

Reakcijos, kurių metu šiluma išsiskiria, vadinamos **egzoterminėmis**:



$$C_{(K)} + O_{2(D)} \rightarrow CO_{2(D)} + 393{,}5\ kJ \quad (2)$$

Tokios lygtys kaip (1) bei (2) vadinamos **termocheminėmis**, nes jose nurodytas šiluminis reakcijos efektas. Tokiose lygtyse reikia žymėti medžiagų agregatines būsenas, nes nuo jų priklauso reakcijos šiluma.

Jeigu slėgis yra pastovus, tai ir šiluminis efektas pastovus, o jo reikšmė lygi entalpijos pokyčiui ΔH:

$$Q = \Delta H$$

Reakcijos šiluminis efektas, arba reakcijos entalpijos pokytis, apskaičiuojamas pagal **Heso dėsnį:**

Šiluminis efektas lygus reakcijos produktų susidarymo šilumų sumos ir pradinių medžiagų susidarymo šilumų sumos skirtumui.

Susidarymo šilumas reikia padauginti iš koeficientų, esančių lygtyse prie atitinkamų medžiagų. Vykstant endoterminėms reakcijoms, sunaudota šiluma padidina sistemos energiją, todėl entalpijos pokytis yra teigiamas (+ΔH). Jei šiluma išsiskiria, sumažėja sistemos energija, todėl entalpijos pokytis bus neigiamas (–ΔH).

Šiluminiai efektai gali būti tokie:

- **susidarymo šiluma** – Q kiekis, kuris sugeriamas arba išskiriamas susidarant 1 mol medžiagos; vieninių medžiagų (elementų) susidarymo šiluma yra lygi 0;
- **skilimo šiluma** – tas pats dydis, tik su priešingu ženklu;

• **neutralizacijos šiluma** išsiskiria, kai 1 mol H^+ jonų (H_3O^+) neutralizuojamas 1 mol OH^- jonų. Neutralizacijos šiluma visada lygi 57,2 kJ/mol;

• **tirpimo šiluma** išsiskiria arba sugeriama, kai 1 mol medžiagos tirpsta tokiame tirpiklio kiekyje, kad toliau skiedžiant šiluminis pokytis nevyksta;

• **degimo šiluma** išsiskiria sudeginus 1 mol medžiagos.

U ž d a v i n i a i

1. Koks šilumos kiekis išsiskiria deguonyje deginant 12 g vandenilio? Termocheminė vandenilio degimo lygtis yra:



$$\mathbf{2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O + 571{,}6\ kJ}$$

S p r e n d i m a s

Duota: $m(H_2) = 12$ g; $M(H_2) = 2$ g/mol.
Rasti: Q.



$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O + 571{,}6\ kJ$$

Pagal lygtį degant 2 mol H_2 išsiskiria 571,6 kJ šilumos. Apskaičiuojame H_2 masę pagal lygtį:

$$m = n \cdot M$$
$$m(H_2) = 2\ \text{mol} \cdot 2\ \text{g/mol} = 4\ \text{g}$$

I būdas

Palyginame vandenilio masę, duotą sąlygoje, su mase, apskaičiuota pagal formulę. 12 g > 4 g 3 kartus. Tai reiškia, kad reakcijos šiluminis efektas bus tris kartus didesnis nei duota sąlygoje:

$$Q = 571{,}6\ \text{kJ} \cdot 3 = 1714{,}8\ \text{kJ}$$

II būdas

Galima skaičiuoti ir kitaip. Nuo vandenilio masės, duotos sąlygoje, pereiname prie vandenilio kiekio pagal formulę:

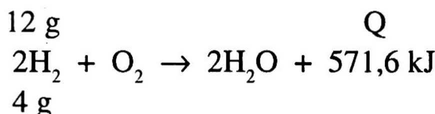
$$n = \frac{m}{M} \qquad n(H_2) = \frac{12\ \text{g}}{2\ \text{g/mol}} = 6\ \text{mol}$$

Pagal reakciją degant 2 mol H_2 išsiskiria 571,6 kJ šilumos, o degant 6 mol vandenilio išsiskiria 3 kartus daugiau šilumos (6 mol > 2 mol 3 kartus):

$$Q = 571{,}6\ \text{kJ} \cdot 3 = 1714{,}8\ \text{kJ}$$

III būdas

Sudarome proporciją tarp sudegusio vandenilio masės bei išsiskyrusios šilumos. Užrašome termocheminę lygtį:



$$\begin{array}{l} 12\ g \qquad\qquad\qquad\quad Q \\ 2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O + 571{,}6\ kJ \\ 4\ g \end{array}$$

Apskaičiuojame Q reikšmę pagal proporciją:

$$\frac{12\ g}{4\ g} = \frac{Q}{571{,}6\ kJ} \qquad Q = 1714{,}8\ kJ$$

Atsakymas: degant 12 g vandenilio, išsiskiria 1714,8 kJ šilumos.

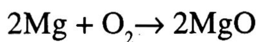
2. Sudarykite termocheminę lygtį, jei, sudeginus 1 g Mg, išsiskiria 25,6 kJ šilumos.

Sprendimas

Duota: m(Mg) = 1 g; Q = 25,6 kJ; M(Mg) = 24 g/mol.
Rasti: Q^{I}.

$$2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$$

Pagal užrašytą reakciją, norint apskaičiuoti šiluminį reakcijos efektą, reikia apskaičiuoti tokį šilumos kiekį, kuris išsiskiria sudeginus 2 mol Mg.



$$m(Mg) = n \cdot M = 2\ mol \cdot 24\ g/mol = 48\ g$$

48 g > 1 g 48 kartus:

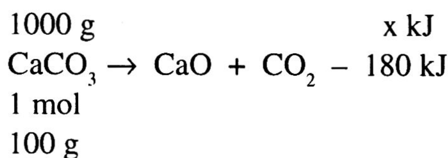
$$Q^{I} = 48 \cdot Q = 48 \cdot 25{,}6\ kJ = 1228{,}8\ kJ$$

Atsakymas: termocheminė lygtis yra $2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO + 1228{,}8\ kJ$.

3. Kokį tūrį metano CH_4 (n. s.) reikės sudeginti, norint suskaidyti 1 kg $CaCO_3$, jei skilimo reakcijos šiluminis efektas yra 180 kJ, o metano degimo šiluma yra 890 kJ?

Sprendimas

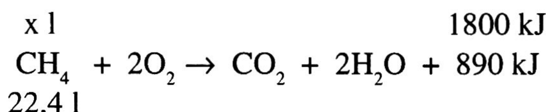
Duota: $m(CaCO_3)$ = 1000 g; $M(CaCO_3)$ = 1 mol = 100 g;
$Q(CaCO_3)$ = 180 kJ; $Q^{I}(CH_4)$ = 890 kJ.
Rasti: $V(CH_4)$.



$$\overset{1000\ g}{\underset{\substack{1\ mol\\100\ g}}{CaCO_3}} \rightarrow CaO + CO_2 - \overset{x\ kJ}{180\ kJ}$$

$$\frac{x}{180} = \frac{1000}{100} \qquad x = 1800\ kJ$$

Pagal termocheminę metano degimo reakciją apskaičiuosime, kokio metano tūrio reikės (n. s.), norint gauti 1800 kJ energijos.



$$\overset{x\ l}{\underset{22,4\ l}{CH_4}} + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + \overset{1800\ kJ}{890\ kJ}$$

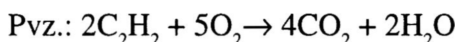
$$\frac{x}{22,4} = \frac{1800}{890} \qquad x = 45,3\ l$$

Atsakymas: reikės sudeginti 45,3 l metano.

♦ ♦ ♦

Reakcijos šiluminį efektą galima apskaičiuoti pagal Heso dėsnį. Sužinoję standartines susidarymo entalpijas (žr. 3 lentelę), jas susumuojame ir padauginame iš koeficientų.

Pvz.: $2C_2H_2 + 5O_2 \rightarrow 4CO_2 + 2H_2O$

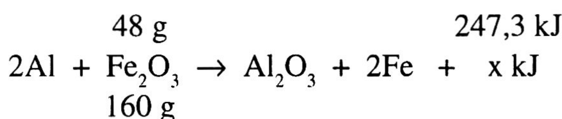


$$\Delta H^o = (4\,\Delta H^o(CO_2) + 2\,\Delta H^o(H_2O)) - (2\,\Delta H^o(C_2H_2) + 5\,\Delta H^o(O_2))$$

4. Redukuojant Al 48 g Fe_2O_3, išsiskiria 247,3 kJ. Al_2O_3 susidarymo šiluma yra 1643 kJ. Apskaičiuokite Fe_2O_3 susidarymo šilumą.

S p r e n d i m a s

Duota: $m(Fe_2O_3) = 48$ g; $Q^2 = 247,3$ kJ; $Q^1(Al_2O_3) = 1643$ kJ;
$M(Fe_2O_3) = 160$ g/mol.
Rasti: Q.



$$2Al + \overset{48\ g}{\underset{160\ g}{Fe_2O_3}} \rightarrow Al_2O_3 + 2Fe + \overset{247,3\ kJ}{x\ kJ}$$

$$\frac{48}{160} = \frac{247,3}{x} \qquad x = 824,3\ kJ$$

$$-\Delta H^o(Al) - y + \Delta H^o(Al_2O_3) + \Delta H^o(Fe) = \Delta H^o$$

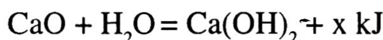
$0 - y + 1643 + 0 = 824{,}3$ $\quad\quad y = 818{,}7$ kJ

Atsakymas: Fe_2O_3 susidarymo šiluma (ΔH^o) yra 818,7 kJ.

5. Apskaičiuokite $Ca(OH)_2$ gavimo reakcijos $CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$ šilumą, kai CaO susidarymo šiluma yra 635 kJ, H_2O – 286 kJ, $Ca(OH)_2$ – 987 kJ.

S p r e n d i m a s

Duota: $Q^1(CaO) = 635$ kJ, $Q^2(H_2O) = 286$ kJ; $Q^3(Ca(OH)_2) = 987$ kJ.
Rasti: reakcijos šilumą Q^r.


$$CaO + H_2O = Ca(OH)_2 + x \text{ kJ}$$

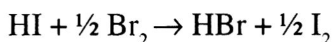
$-635 - 286 + 987 = x$ $\quad\quad x = 66$ kJ

Atsakymas: reakcijos susidarymo šiluma yra 66 kJ.

6. HBr susidarymo šiluma yra 36 kJ, o HJ = 13 kJ. Apskaičiuokite reakcijos $HI + ½ Br_2 \rightarrow HBr + ½ I_2$ šilumą.

S p r e n d i m a s

Duota: $Q^1(HBr) = 36$ kJ; $Q^2(HI) = 13$ kJ.
Rasti: reakcijos šilumą Q^r.


$$HI + ½ Br_2 \rightarrow HBr + ½ I_2$$

$-13 + 0 + 36 + 0 = x$

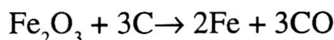
$x = 23$

Atsakymas: reakcijos šiluma yra 23 kJ.

7. CO susidarymo šiluma 110 kJ, o reakcijos $Fe_2O_3 + 3C \rightarrow 2Fe +$ $+ 3CO$ susidarymo šiluma yra – 490 kJ. Raskite Fe_2O_3 susidarymo šilumą.

S p r e n d i m a s

Duota: $Q(CO) = 110$ kJ; $Q^r = -490$ kJ.
Rasti: $Q(F_2O_3)$.


$$Fe_2O_3 + 3C \rightarrow 2Fe + 3CO$$

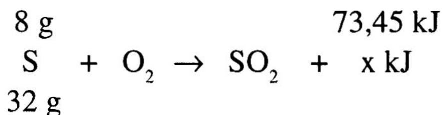
$-x - 0 + 0 + 3 \cdot 110 = -490$ $\quad\quad x = 820$ kJ

Atsakymas: Fe_2O_3 susidarymo šiluma yra 820 kJ.

8. Degant 8 g S ir susidarant SO_2, išsiskiria 73,45 kJ. Apskaičiuokite 1 mol SO_2 susidarymo šilumą.

S p r e n d i m a s

Duota: $m(S) = 8$ g; $Q(SO_2) = 73{,}45$ kJ; $n(SO_2) = 1$ mol; $M(S) = 32$ g/mol.
Rasti: $Q(susidarymo)(SO_2)$.



$$\begin{array}{lllllll} 8\text{ g} & & & & & & 73{,}45\text{ kJ} \\ S & + & O_2 & \rightarrow & SO_2 & + & x\text{ kJ} \\ 32\text{ g} & & & & & & \end{array}$$

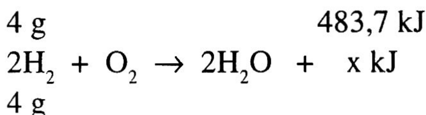
$$\frac{8}{32} = \frac{73{,}45}{x} \qquad x = 293{,}8 \text{ kJ}$$

Atsakymas: SO_2 susidarymo šiluma yra 293,8 kJ.

9. Reaguojant 4 g H_2 su O_2, išsiskyrė 483,7 kJ ($\Delta H^o = -483{,}7$ kJ) šilumos. Raskite molinę H_2O susidarymo šilumą.

S p r e n d i m a s

Duota: $m(H_2) = 4$ g; $M(H_2) = 2$ g/mol; $\Delta H^o(H_2O) = 483{,}7$ kJ.
Rasti: molinę H_2O susidarymo šilumą.



$$\begin{array}{lllllll} 4\text{ g} & & & & & & 483{,}7\text{ kJ} \\ 2H_2 & + & O_2 & \rightarrow & 2H_2O & + & x\text{ kJ} \\ 4\text{ g} & & & & & & \end{array}$$

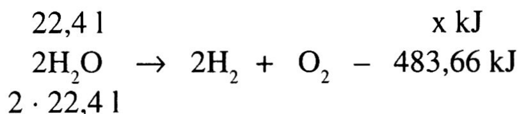
$x = 483{,}7$ kJ, bet tai sudaro 2 mol H_2O
$483{,}7 \text{ kJ} : 2 = 241{,}85$ kJ

Atsakymas: molinė H_2O susidarymo šiluma yra 241,85 kJ.

10. Kiek šilumos sunaudojama skylant 22,4 l H_2O garų? $\Delta H^o = -483{,}66$ kJ. $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O + 483{,}66$ kJ.

S p r e n d i m a s

Duota: $V(H_2O) = 22{,}4$ l; $\Delta H^o = -483{,}66$ kJ.
Rasti: *Q(sunaudotos)*.



$$\begin{array}{lllllll} 22{,}4\text{ l} & & & & & & x\text{ kJ} \\ 2H_2O & \rightarrow & 2H_2 & + & O_2 & - & 483{,}66\text{ kJ} \\ 2 \cdot 22{,}4\text{ l} & & & & & & \end{array}$$

$$\frac{22{,}4}{2 \cdot 22{,}4} = \frac{x}{483{,}66} \qquad x = 241{,}83 \text{ kJ}$$

Atsakymas: skylant sunaudojama 241,83 kJ.

Savikontrolės uždaviniai

1. Kiek išsiskirs šilumos sudeginus: a) 11,2 l; b) 6,5 g; c) 4 mol acetileno? Termocheminė lygtis: $2C_2H_2 + 5O_2 \rightarrow 4CO_2 + 2H_2O + 2610$ kJ (Ats.: a) 652,5 kJ; b) 326,2 kJ; c) 5220 kJ.)

2. Vario (II) sulfido CuS susidarymo šiluma yra 48,534 kJ. Kiek išsiskirs šilumos susidarant 144 g CuS? (Ats.: 72,8 kJ.)

3. Kiek šilumos išsiskiria gesinant 280 g degtų kalkių, kai vandens susidarymo šiluma yra 286,6 kJ? $Ca + O_2 + H_2 \rightarrow Ca(OH)_2 + 985{,}4$ kJ;
$Ca + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow CaO + 636$ kJ (Ats.: 314 kJ.)

Oksidacijos–redukcijos reakcijos

Norint rasti oksidacijos–redukcijos reakcijų koeficientus naudojami du koeficientų rašymo metodai:

1) elektronų balanso;

2) elektroninis-joninis arba puslygčių metodas.

Čia paaiškinsime tik antrąjį metodą, t. y. elektroninį-joninį.

Šis metodas taikomas tik vandeniniams tirpalams. Norint sudaryti oksidacijos–redukcijos reakcijos lygtį, reikia:

• sudaryti joninę reakcijos schemą, pasižymėti reduktorių bei oksidatorių ir reakcijų produktus. Stiprius elektrolitus užrašome jonų forma, o silpnus, nuosėdas bei dujas – molekulių forma;

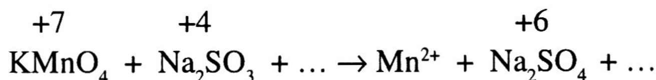
• sudaryti elektronines-jonines redukcijos bei oksidacijos procesų lygtis žinant, kad:

a) jei reakcijos produkte (t. y. dešinėje lygties pusėje) yra mažiau deguonies nei pradinėje medžiagoje (t. y. kairėje pusėje), tai **rūgščioje terpėje** tas deguonies perteklius susijungia su vandenilio jonais ir susidaro vandens molekulės. **Neutralioje** bei **šarminėje terpėje** tas deguonis reaguoja su vandeniu ir sudaro dvigubą kiekį OH^- grupių;

b) sudarant lygtis, reikia išlaikyti medžiagų bei krūvių balansą. Krūvių balansas išlaikomas, pridedant ir atimant elektronus.

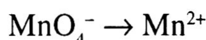
1. Kaip pavyzdį išnagrinėsime kalio permanganato ir natrio sulfito reakcijos lygtį rūgščioje terpėje.

Pirmiausia nustatome oksidatorius bei reduktorius:



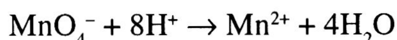
$$\overset{+7}{KMnO_4} + Na_2\overset{+4}{SO_3} + \ldots \rightarrow Mn^{2+} + Na_2\overset{+6}{SO_4} + \ldots$$

Reakcija vyko rūgščioje terpėje, todėl oksidatoriaus MnO_4^- jonai redukuojasi į Mn^{2+}:



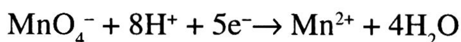
$$MnO_4^- \rightarrow Mn^{2+}$$

Kadangi kairėje pusėje yra deguonies, o dešinėje jo nėra, tai deguonis, esantis kairėje pusėje, susijungs su vandenilio jonais (nes terpė yra rūgšti):



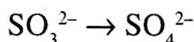
$$MnO_4^- + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$$

Susidaro krūvių skirtumas (kairėje pusėje krūvių skaičius yra +7, o dešinėje yra +2). Norint juos suvienodinti, kairėje pusėje reikia pridėti $5e^-$:



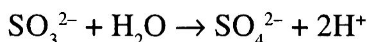
$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$$

SO_3^{2-} jonai reakcijos metu oksiduojasi ir virsta SO_4^{2-}:



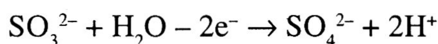
$$SO_3^{2-} \rightarrow SO_4^{2-}$$

Norėdami išlaikyti balansą, pridedame deguonies atomus:



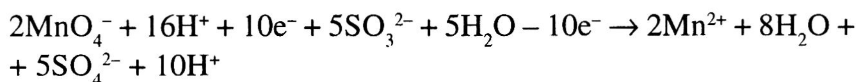
$$SO_3^{2-} + H_2O \rightarrow SO_4^{2-} + 2H^+$$

Kairėje pusėje krūvių suma yra –2, o dešinėje pusėje gauname 0, todėl, norėdami sulyginti krūvius, iš kairės pusės turime atimti du elektronus:



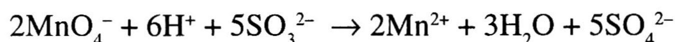
$$SO_3^{2-} + H_2O - 2e^- \rightarrow SO_4^{2-} + 2H^+$$

Norėdami gauti visą joninę šios reakcijos lygtį, turime sudėti užrašytas oksidacijos bei redukcijos reakcijų lygtis. Kadangi elektronų skaičius, gautas oksidatoriaus bei atiduotas reduktoriaus, turi būti lygus, redukcijos lygtį dauginame iš dviejų, oksidacijos – iš penkių, po to sudedame:



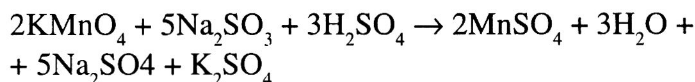
$$2MnO_4^- + 16H^+ + 10e^- + 5SO_3^{2-} + 5H_2O - 10e^- \rightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O +$$
$$+ 5SO_4^{2-} + 10H^+$$

Kiek galėdami suprastiname lygtį:



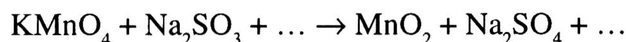
$$2MnO_4^- + 6H^+ + 5SO_3^{2-} \rightarrow 2Mn^{2+} + 3H_2O + 5SO_4^{2-}$$

Norint gauti lygtį molekuline forma, abiejose jos pusėse reikia prirašyti vienodą skaičių trūkstamų jonų:



$$2KMnO_4 + 5Na_2SO_3 + 3H_2SO_4 \rightarrow 2MnSO_4 + 3H_2O +$$
$$+ 5Na_2SO4 + K_2SO_4$$

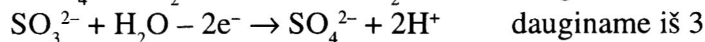
2. Išnagrinėkime $KMnO_4$ reakciją su Na_2SO_3 neutralioje terpėje:



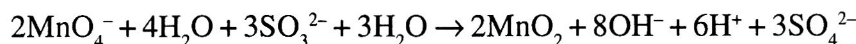
$$KMnO_4 + Na_2SO_3 + \ldots \rightarrow MnO_2 + Na_2SO_4 + \ldots$$



$MnO_4^- + 2H_2O + 3e^- \rightarrow MnO_2 + 4OH^-$ dauginame iš 2

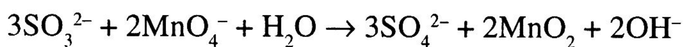


$SO_3^{2-} + H_2O - 2e^- \rightarrow SO_4^{2-} + 2H^+$ dauginame iš 3

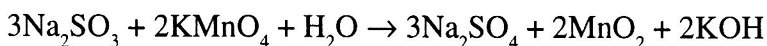


$$2MnO_4^- + 4H_2O + 3SO_3^{2-} + 3H_2O \rightarrow 2MnO_2 + 8OH^- + 6H^+ + 3SO_4^{2-}$$

Iš reakcijos matome, kad susidaro skirtingas H^+ ir OH^- kiekis, todėl reakcijos metu terpė keičiasi ir dešinėje pusėje atsiranda dvi šarmo molekulės:



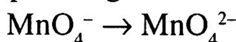
$$3SO_3^{2-} + 2MnO_4^- + H_2O \rightarrow 3SO_4^{2-} + 2MnO_2 + 2OH^-$$



$$3Na_2SO_3 + 2KMnO_4 + H_2O \rightarrow 3Na_2SO_4 + 2MnO_2 + 2KOH$$

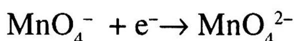
3. Išnagrinėkime $KMnO_4$ ir KNO_2 oksidacijos–redukcijos lygtį šarminėje terpėje (KOH):

Kalio permanganato redukcijos procesas:



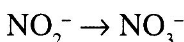
$$MnO_4^- \rightarrow MnO_4^{2-}$$

Mn bei deguonies kiekis yra vienodas, skiriasi tik krūvių skaičius:



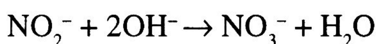
$$MnO_4^- + e^- \rightarrow MnO_4^{2-}$$

Kalio nitrito oksidacijos procesas:



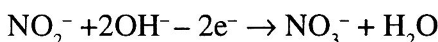
$$NO_2^- \rightarrow NO_3^-$$

Dešinėje pusėje deguonies yra perteklius, todėl kairėje pusėje deguonies trūkumą kompensuojame OH^- grupėmis:



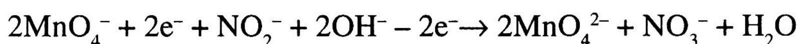
$$NO_2^- + 2OH^- \rightarrow NO_3^- + H_2O$$

Kadangi kairėje pusėje krūvių suma yra –3, o dešinėje tik –1, todėl turime atimti du atomus iš kairės pusės:



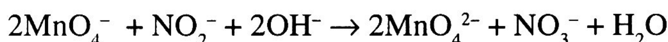
$$NO_2^- + 2OH^- - 2e^- \rightarrow NO_3^- + H_2O$$

Oksidacijos–redukcijos reakcijos sudedamos:



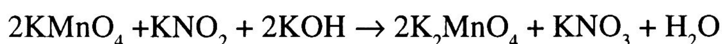
$$2MnO_4^- + 2e^- + NO_2^- + 2OH^- - 2e^- \rightarrow 2MnO_4^{2-} + NO_3^- + H_2O$$

Suprastiname lygtį:



$$2MnO_4^- + NO_2^- + 2OH^- \rightarrow 2MnO_4^{2-} + NO_3^- + H_2O$$

Užrašome oksidacijos–redukcijos reakcijos lygtis molekuline forma:



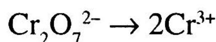
$$2KMnO_4 + KNO_2 + 2KOH \rightarrow 2K_2MnO_4 + KNO_3 + H_2O$$

4. Išnagrinėkime reakciją, kurios metu reaguoja kalio dichromatas su sieros vandeniliu rūgščioje terpėje.

Procesą vaizduojame schema:

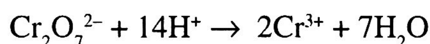


$$K_2Cr_2O_7 + H_2S + H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + S + K_2SO_4 + H_2O$$



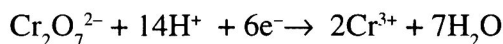
$$Cr_2O_7^{2-} \rightarrow 2Cr^{3+}$$

Kadangi kairėje pusėje deguonies yra perteklius, tai jis jungiasi su laisvais H^+ jonais (arba kadangi yra 7 deguonies atomai, tai jie jungiasi su H^+ ir susidaro 7 vandens molekulės):

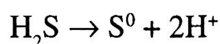


$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

Kairėje pusėje krūvių suma yra +12, o dešinėje tik +6, todėl kairėje pusėje pridedame 6 neigiamus elektronus:

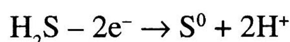


$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$$



$$H_2S \rightarrow S^0 + 2H^+$$

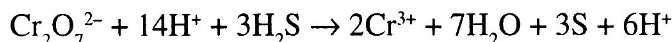
Vandenilio bei sieros atomų skaičius abiejose pusėse yra lygus, tačiau kairėje pusėje krūvių suma yra 0, o dešinėje +2, todėl atimame 2 elektronus iš kairiosios pusės:



$$H_2S - 2e^- \rightarrow S^0 + 2H^+$$

Padauginame gautąją lygtį iš 3.

Abi lygtis užrašome kartu ir gauname:



$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 3H_2S \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O + 3S + 6H^+$$

Lygtis suprastiname ir parašome molekuline forma:



$$K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4 + 3H_2S \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + 7H_2O + 3S + K_2SO_4$$

1 lentelė. ***Dujų tirpumas vandenyje, normaliomis sąlygomis, m^3 dujų/ m^3 vandens***

DUJOS	TEMPERATŪRA, °C						
	0	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**
N_2	0,0236	0,0190	0,0160	0,0140	0,0125	0,0113	0,0102
H_2	0,0215	0,0198	0,0184	0,0170	0,0164	0,0161	0,0160
O_2	0,049	0,038	0,031	0,026	0,023	0,021	0,019
Cl_2	–	3,148	2,299	1,799	1,438	1,225	1,023
CO_2	1,713	1,194	0,878	0,66	0,53	0,44	0,36
Oras	0,0288	0,0226	0,0187	0,0161	0,0142	0,0130	0,0122

2 lentelė. ***Graikiška abėcėlė***

Raidė	**Pavadinimas**	**Raidė**	**Pavadinimas**
Α, α	alfa	Ν, ν	ni (niu)
Β, β	beta	Ξ, ξ	ksi
Γ, γ	gama	Ο, ο	omikron
Δ, δ	delta	Π, π	pi
Ε, ε	epsilion	Ρ, ρ	ro
Ζ, ζ	zeta	Σ, σ	sigma
Η, η	eta	Τ, τ	tau
Θ, θ	teta	Υ, υ	ipsilion
Ι, ι	iota	ϑ, φ	fi
Κ, κ	kapa	Χ, χ	ksi
Λ,λ	lambda	Ψ, ψ	psi
Μ, μ	mi (miu)	Ω, ω	omega

3 lentelė. ***Standartinės susidarymo entalpijos*** ΔH^o_{298}, ***kJ/mol***

Medžiaga	ΔH^o_{298}, *kJ/mol*	**Medžiaga**	ΔH^o_{298}, *kJ/mol*
Al_2O_3	–1676,0	HI	26,6
C (grafitas)	0	H_2O (dujos)	–241,8
CCl_4	–135,4	H_2O (skystas)	–285,8
CH_4	–74,9	H_2S (dujos)	–21,0
C_2H_2	226,8	KCl (kietas)	–435,9
C_2H_4	52,3	$KClO_3$	–391,2
C_6H_6 (skystas)	82,9	$MgCl_2$	–641,1
C_2H_6	–89,7	Mg_2N_3 (kristalinis)	–461,1
C_2H_5OH (skystas)	–277,6	MgO	–601,8
$C_6H_{12}O_6$ (gliukozė)	–1273,0	N_2	0
CO	–110,5	NH_3	–46,2
CO_2	–393,5	NH_4NO_3 (kietas)	–365,4
$CaCO_3$	–1207,0	N_2O (dujos)	82,0
CaF_2	–1214,6	NO_2	33,5
CaO	–635,5	N_2O_5	83,3
$Ca(OH)_2$ (kietas)	–986,6	O_2	0
Cl_2	0	P_2O_5	–1492,0
Cr_2O_3	–1440,6	PbO	–219,3
CuO	–162,0	SO_2	–296,9
FeO	–264,8	SO_3	–395,8
Fe_2O_3	–822,2	$SiCl_4$ (skystas)	–687,8
H_2	0	SiH_4(dujos)	34,7
HBr	–36,3	SiO_2 (kvarcas)	–910,9
HCl	–92,3	ZnO	–350,6
HF	–270,7		

4 lentelė. ***Kai kurių dujų 1 l masė gramais (n. s.)***

Azotas	1,2504
Vandenilis	0,08987
Oras	1,2930
Anglies dvideginis	1,9768
Deguonis	1,4290
Azoto (II) oksidas	1,3402
Anglies monoksidas	1,2504
Sieros vandenilis	1,5392

5 lentelė. ***Hidroksidų ir druskų tirpumas (g /100 g) vandenyje 18°C temperatūroje***

	K^+	Na^+	L^+	Ag^+	Ba^{2+}
Cl^-	32,95	35,86	77,79	0,00015	37,24
Br^-	65,86	88,76	168,7	0,00035	103,6
I^-	137,5	177,9	161,5	0,0635	201,4
F^-	92,56	4,44	0,27	170	0,016
NO_3^-	30,34	83,9	71,43	213,4	8,74
OH^-	142,9	116,4	12,04	0,01	3,7
SO_4^{2-}	11,12	16,83	35,64	0,55	0,00023
CrO_4^{2-}	63,76	61,21	111,6	0,0025	0,0335
$C_2O_4^{2-}$	30,27	3,34	7,22	0,0035	0,0085
CO_3^{2-}	108,0	19,39	1,3	0,003	0,0023

(tęsinys)

	Sr^{2+}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Zn^{2+}	Pb^{2+}
Cl^-	51,09	73,19	55,81	203,9	0,96
Br^-	96,52	143,3	103,1	478,2	0,598
I^-	69,2	2,000	148,2	419	0,08
F^-	0,012	0,0016	0,0087	0,005	0,07
NO_3^-	66,27	121,8	74,31	117,8	51,66
OH^-	1,77	0,17	0,0019	0,035	0,0155
SO_4^{2-}	1,011	0,20	35,43	53,12	0,0041
CrO_4^{2-}	0,12	0,4	73,0	–	0,042
$C_2O_4^{2-}$	0,0046	0,0356	0,03	0,03	0,0315
CO_3^{2-}	0,0011	0,0013	0,1	0,004	0,031

6 lentelė. ***Kai kurie SI sistemos vienetai***

Dydis	**Vienetai**	
	Pavadinimas	Žymėjimas
Pagrindiniai vienetai		
Ilgis	metras	m
Masė	kilogramas	kg
Laikas	sekundė	s
Elektros srovės stiprumas	amperas	A
Temperatūra	kelvinas	K
Kiekis	molis	mol
Išvestiniai vienetai		
Tūris	kubinis metras	m^3
Tankis	kilogramas kubiniame metre	kg/m^3
Jėga, svoris	niutonas	N
Slėgis	paskalis	Pa
Energija, darbas, šilumos kiekis	džaulis	J
Galia	vatas	W
Elektros kiekis	kulonas	C
Įtampa, elektrinis potencialas	voltas	V

7 lentelė. ***Konvertavimo lentelės***

Temperatūra

°F	32	41	50	59	68	77	86	95	106	176	212
°C	0	5	10	15	20	25	30	35	40	80	100

x°C yra apskaičiuojamas $[\frac{x \cdot 9}{5} + 32]$ °F

y°C yra apskaičiuojamas $[\frac{(y - 32) \cdot 5}{9}]$ °C

Greitis

km/h	32	48	64	80	96	112	128	144	160
ml/h	20	30	40	50	60	70	80	90	100

x km/h yra $[\frac{x}{1,6}]$ ml/h

y ml/h yra $[y \cdot 1,6]$ km/h

8 lentelė. ***Dažnai pasitaikančių matavimo vienetų dydžiai***

Milimetras	0,03937 colio
Centimetras	0,3937 colio
Colis	2,54 centimetro
Pėda	12 colių = 30,48 centimetro
Jardas	3 pėdos = 91,44 centimetro
Metras	39,37 colio = 1,094 jardo
Furlongas	220 jardų = 201,17 metro
Kilometras	0,6214 mylios (5/8 mylios)
Mylia	1,76 jardo = 1,609 kilometro
Jūrmylė	1852 m
Šviesmečiai	$9{,}4605 \cdot 10^{12}$ km
Akras	4,84 kvad. jardo = 40,47 aro
Hektaras	100 arų = 2,471 akro
Kvadratinė mylia	640 akrų = 2,59 km^2
Litras	1000 cm^3 = 1,76 pintos (D. Britanija) arba 2,12 pintos (JAV)
Pinta	0,57 litro
Kvorta	1,136 litro
Galonas	4 kvortos = 4,456 litro = 0,004456 m^3 (D. Brit.) arba 0,00379 m^3
Barelis naftos	158,99 litro
Barelis biralų	115,63 litro
Karatas	$2 \cdot 10^{-4}$ kg
Svaras	0,453592 kg
Pūdas	16,3805 kg
Baras	10^5 Pa
Vandens stulpelio milimetras	9,8067 Pa
Gyvsidabrio stulpelio milimetras	133,322 Pa
Jūros mazgas	0,514 m/s
Arklio jėga	735,499 W
Kilovatvalandė	3,6 MJ

9 lentelė. ***Kartotinių ir dalinių matavimo vienetų lentelė***

Pirmoji dalis	Žymėjimas	Skaitinė vertė
Eksa	E	10^{18}
Peta	P	10^{15}
Tera	T	10^{12}
Giga	G	10^{9}
Mega	M	10^{6}
Kilo	k	10^{3}
Hekto	h	10^{2}
Deka	da	10
Deci	d	10^{-1}
Centi	c	10^{-2}
Mili	m	10^{-3}
Mikro	μ	10^{-6}
Nano	n	10^{-9}
Piko	p	10^{-12}
Femto	f	10^{-15}
Ato	a	10^{-18}

10 lentelė. ***Pusreakcijės, naudojamos sudarant oksidacijos–redukcijos reakcijų lygtis elektronų-jonų metodu***

Pusreakcijė	**Terpė**
oksidatoriai	
$NO_3^- + 2H^+ + e^- \rightarrow NO_2 + H_2O$	rūgštinė
$NO_3^- + 4H^+ + 3e^- \rightarrow NO + 2H_2O$	rūgštinė
$2NO_3^- + 12H^+ + 10e^- \rightarrow N_2 + 6H_2O$	rūgštinė
$NO_3^- + 10H^+ + 8e^- \rightarrow NH_4^+ + 3H_2O$	rūgštinė
$SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e^+ \rightarrow SO_2 + 2H_2O$	rūgštinė
$SO_4^{2-} + 8H^+ + 6e^+ \rightarrow S^0 + 4H_2O$	rūgštinė
$SO_4^{2-} + 10H^+ + 8e^+ \rightarrow H_2S + 4H_2O$	rūgštinė
$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$	rūgštinė
$MnO_4^- + H_2O + 3e^- \rightarrow MnO_2 + 4OH^-$	neutrali (silpnai šarminė)
$MnO_4^- + 1e^- \rightarrow MnO_4^{2-}$	šarminė
$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$	rūgštinė
$Cr_2O_7^{2-} + 2H_2O + 3e^- \rightarrow CrO_2^- + 4OH^-$	šarminė
$ClO_3^- + 6H^+ + 6e^- \rightarrow Cl^- + 3H_2O$	rūgštinė
$Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl$	rūgštinė
reduktoriai	
$Fe^{2+} - e^- \rightarrow Fe^{3+}$	rūgštinė
$SO_3^{2-} + H_2O - 2e^- \rightarrow SO_4^{2-} + 2H^+$	rūgštinė
$SO_3^{2-} + 2OH^- - 2e^- \rightarrow SO_4^{2-} + H_2O$	šarminė
$S^{2-} - 2e^- \rightarrow S^0$	rūgštinė
$Br_2^0 + 6H_2O - 10e^- \rightarrow 2BrO_3^- + 12H^+$	rūgštinė

11 lentelė. ***Ryšys tarp fizikinių dydžių***

Dydis	Lygtys
Medžiagos kiekis (mol) n	$n = \frac{m}{M} = \frac{V}{V_m} = \frac{N_o}{N_A} = \frac{Q}{Q_m}$
Medžiagos masė (g) m	$m = \frac{M \cdot V}{V_m} = \frac{M \cdot N_o}{N_A} = n \cdot M = C_M \cdot V \cdot M$
Tūris (l) V	$V = \frac{m \cdot V_m}{M} = \frac{V_m \cdot N_o}{N_A} = n \cdot V_m$
Dalelių (molekulių, atomų, jonų ir kt.) masė m_o	$m_o = \frac{m}{N_o} = \frac{M}{N_A} = M_r \cdot ½\, m_o(C)$
Santykinė molekulinė masė M_r	$M_r = \frac{m_o}{½\, m_o\,(C)} = 2 \cdot d(H_2) = 29 \cdot d(oro)$
Santykinis tankis d	$d = \frac{m_1}{m_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{M_{r1}}{M_{r2}}$
Dalelių skaičius N	$N = \frac{m}{m_o} = n \cdot N_A = \frac{N_A \cdot m}{M}$
Molinė masė M	$M = \frac{m}{n} = m_o \cdot N_A = \frac{N_A \cdot m}{N}$
Avogadro skaičius N_A	$N_A = \frac{N}{n} = \frac{M}{m_o} = \frac{N \cdot M}{m}$
Masė tirpalo m(tirpal.)	$m(tirpal.) = V \cdot \rho$

Molinė koncentracija C	$C_M = \frac{m}{V \cdot M}$
Normalinė koncentracija N	$N = \frac{m}{VE}$
Procentinė koncentracija ω	$\omega = \frac{m(\text{medž.}) \cdot 100\%}{m(\text{tirpal.})}$; $m(\text{medž.}) = \frac{m(\text{tirpal.}) \cdot \omega}{100\%}$; $m(\text{tirpal.}) = \frac{m(\text{medž.}) \cdot 100\%}{\omega}$
Idealiųjų dujų būsenos	$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$; $T = 273 + t$; $p \cdot V = \frac{m}{M \cdot R \cdot T}$

12 lentelė. ***Rūgščių vandeninių tirpalų tankiai (g/cm³; esant 18°C)***

%	H_2SO_4	HNO_3	HCl	CH_3COOH	%	H_2SO_4	HNO_3	CH_3COOH
4	1,027	1,022	1,019	1,004	*54*	1,439	1,340	1,060
6	1,040	1,033	1,029	1,007	*56*	1,460	1,351	1,062
8	1,055	1,044	1,039	1,009	*58*	1,482	1,362	1,063
10	1,069	1,056	1,049	1,012	*60*	1,503	1,373	1,064
12	1,033	1,068	1,059	1,015	*62*	1,525	1,384	1,065
14	1,098	1,080	1,069	1,018	*64*	1,547	1,394	1,066
16	1,112	1,093	1,079	1,021	*66*	1,571	1,403	1,067
18	1,127	1,106	1,089	1,024	*68*	1,594	1,412	1,068
20	1,143	1,119	1,100	1,026	*70*	1,617	1,421	1,069
22	1,158	1,132	1,110	1,029	*72*	1,640	1,429	1,069
24	1,174	1,145	1,121	1,031	*74*	1,664	1,437	1,069
26	1,190	1,158	1,132	1,034	*76*	1,687	1,445	1,070
28	1,205	1,171	1,142	1,036	*78*	1,710	1,453	1,070
30	1,224	1,184	1,152	1,038	*80*	1,732	1,460	1,070
32	1,238	1,198	1,163	1,041	*82*	1,755	1,467	1,070
34	1,255	1,211	1,173	1,043	*84*	1,776	1,474	1,070
36	1,273	1,225	1,183	1,045	*86*	1,793	1,480	1,069
38	1,290	1,238	1,194	1,047	*88*	1,808	1,486	1,068
40	1,307	1,251	–	1,049	*90*	1,819	1,491	1,066
42	1,324	1,264	–	1,051	*92*	1,830	1,496	1,064
44	1,342	1,277	–	1,053	*94*	1,837	1,500	1,062
46	1,361	1,290	–	1,054	*96*	1,840	1,504	1,059
48	1,380	1,303	–	1,056	*98*	1,841	1,510	1,055
50	1,399	1,316	–	1,058	*100*	1,838	1,522	1,050
52	1,419	1,328	–	1,059				

13 lentelė. ***Santykinės molekulinės organinių junginių masės***

		-H	-Cl	-Br	-I	-OH	-COH	-COOH	$-COOCH_3$	$-COOC_2H_5$	$-NH_3$
PRISOTINTI	-H	2	36,5	81	128	18	30	46	60	74	17
	$-CH_3$	16	50,5	95	142	32	44	60	74	88	31
	$-C_2H_5$	30	64,5	109	156	46	58	74	88	102	45
	$-C_3H_7$	44	78,5	123	170	60	72	88	102	116	59
	$-C_4H_9$	58	92,5	137	184	74	86	102	116	130	73
	$-C_5H_{11}$	72	106,5	151	198	88	100	116	130	144	87
	$-C_6H_{13}$	86	120,5	165	212	102	114	130	144	158	101
	$-C_7H_{15}$	100	134,5	179	226	116	128	144	158	172	115
	$-C_8H_{17}$	114	148,5	193	240	130	142	158	172	186	129
	$-C_9H_{19}$	128	162,5	207	254	144	156	172	186	200	143
	$-C_{10}H_{21}$	142	176,5	221	268	158	170	186	200	214	157
	$-C_{15}H_{31}$	212	246,5	291	338	228	240	256	270	284	227
	$-C_{16}H_{33}$	226	260,5	305	352	242	254	270	284	298	241
	$-C_{17}H_{35}$	240	274,5	319	366	256	268	284	298	312	255
NEPRISOTINTI	$-C_2H_3$	28	62,5	107	154		56	72	86	100	43
	$-C_3H_5$	42	76,5	121	168	58	70	86	100	114	57
	$-C_4H_7$	56	90,5	135	182	72	84	100	114	128	71
	$-C_5H_9$	70	104,5	149	196	86	98	114	128	142	85
	$-C_6H_{11}$	84	118,5	163	210	100	112	128	142	156	99
	$-C_{17}H_{33}$	238	272,5	317	364	254	266	282	296	310	253
	$-C_{17}H_{31}$	236	270,5	315	362	252	264	280	294	308	251
	$-C_{17}H_{29}$	234	268,5	313	360	250	262	278	292	306	249
ACETIL.	$-C_2H$	26	60,5	105	152		54	70	84	98	41
	$-C_3H_3$	40	74,5	119	166	56	68	84	98	112	55
	$-C_4H_5$	54	88,5	133	180	70	82	98	112	126	69
	$-C_5H_7$	68	102,5	147	194	84	96	112	126	140	83
	$-C_6H_9$	82	116,5	161	208	98	110	126	140	154	97
AROM.	$-C_6H_5$	78	112,5	157	204	94	106	122	136	150	93
	$-C_6H_7$	92	126,5	171	218	108	120	136	150	164	107

14 lentelė. ***Rūgščių ir bazių koncentracija bei tankis 20°C temperatūroje***

%	H_2SO_4	HCl	HNO_3	H_3PO_4	CH_3COOH	NaOH	KOH	NH_3 (tirpalas)
1	1,005	1,003	1,004	1,004	1,000	1,010	1,007	0,994
2	1,012	1,008	1,009	1,009	1,001	1,021	1,017	0,990
3	1,018	1,013	1,015	1,015	1,003	1,032	1,026	0,985
4	1,025	1,018	1,020	1,020	1,004	1,043	1,035	0,981
5	1,032	1,023	1,026	1,026	1,006	1,054	1,044	0,977
6	1,039	1,028	1,031	1,031	1,007	1,065	1,053	0,973
7	1,045	1,033	1,037	1,037	1,008	1,076	1,062	0,969
8	1,052	1,038	1,043	1,042	1,010	1,087	1,072	0,965
9	1,059	1,043	1,049	1,048	1,011	1,098	1,081	0,961
10	1,066	1,047	1,054	1,053	1,013	1,109	1,090	0,958
12	1,080	1,057	1,066	1,065	1,015	1,131	1,109	0,950
14	1,095	1,068	1,078	1,076	1,018	1,153	1,128	0,943
16	1,109	1,078	1,090	1,088	1,021	1,175	1,148	0,936
18	1,124	1,088	1,103	1,101	1,024	1,197	1,167	0,930
20	1,139	1,098	1,115	1,113	1,026	1,219	1,186	0,923
22	1,155	1,108	1,128	1,126	1,029	1,241	1,206	0,916
24	1,170	1,119	1,140	1,140	1,031	1,263	1,226	0,910
26	1,186	1,129	1,153	1,153	1,034	1,285	1,247	0,904
28	1,202	1,139	1,167	1,167	1,036	1,306	1,267	0,898
30	1,219	1,149	1,180	1,181	1,038	1,328	1,288	0,892
35	1,260	1,174	1,214	1,216	1,044	1,380	1,341	
40	1,303	1,198	1,246	1,254	1,049	1,430	1,396	
45	1,348		1,278	1,293	1,053	1,478	1,452	
50	1,395		1,310	1,335	1,058	1,525	1,511	
55	1,445		1,339	1,379	1,061			
60	1,498		1,367	1,426	1,064			
65	1,553		1,391	1,476	1,067			
70	1,611		1,413	1,526	1,069			
75	1,669		1,434	1,579	1,070			
80	1,727		1,452	1,633	1,070			
85	1,779		1,469	1,689	1,069			

90	1,814		1,483	1,746	1,066			
92	1,824		1,487	1,770	1,064			
94	1,831		1,491	1,794	1,062			
96	1,836		1,495	1,819	1,059			
98	1,836		1,501	1,844	1,055			
100	1,831		1,513	1,870	1,050			

15 lentelė. ***Rūgščių jonizacijos konstantos***

Pavadinimas	**Formulė**	**Konstanta**	**pKa**
Acto rūgštis	CH_3COOH	$1,75 \times 10^{-5}$	4,756
Amonio jonas	NH_4^+	$5,60 \times 10^{-10}$	9,252
Anilino jonas	$C_6H_5NH_3^+$	$2,54 \times 10^{-5}$	4,596
Benzojinė rūgštis	C_6H_5COOH	$6,31 \times 10^{-5}$	4,200
Chloracto rūgštis	$CH_2ClCOOH$	$1,36 \times 10^{-3}$	2,866
Dichloracto rūgštis	$CHCl_2COOH$	$5,68 \times 10^{-2}$	1,246
Etanolis	CH_3CH_2OH	$1,31 \times 10^{-14}$	13,882
Skruzdžių rūgštis	HCOOH	$1,86 \times 10^{-4}$	3,732
Druskos rūgštis	HCl	Daugiau nei 1	Neigiamas
Ciano rūgštis	HCN	$5,85 \times 10^{-10}$	9,233
Fluoro rūgštis	HF	$6,94 \times 10^{-4}$	3,159
Hipochloritinė rūgštis	HClO	$2,81 \times 10^{-8}$	7,551
Azoto rūgštis	HNO_3	27,79	–1,444
Fenolis	C_6H_5OH	$1,08 \times 10^{-10}$	9,968
Vanduo	H_2O	$1,01 \times 10^{-14}$	13,994

16 lentelė. ***Tirpumo konstantos Ksp***

Medžiaga	Ksp
AgBr	$5{,}35 \times 10^{-13}$
Ag_2CO_3	$8{,}45 \times 10^{-12}$
AgCl	$1{,}76 \times 10^{-10}$
AgCN	$5{,}97 \times 10^{-17}$
Ag_3PO_4	$8{,}88 \times 10^{-17}$
Ag_2SO_4	$1{,}20 \times 10^{-5}$
$Al(OH)_3$	2×10^{-32}
$BaCO_3$	$2{,}58 \times 10^{-9}$
$BaSO_4$	$1{,}08 \times 10^{-10}$
$CaCO_3$	$4{,}96 \times 10^{-9}$
$CaSO_4$	$7{,}10 \times 10^{-5}$
$Ca(OH)_2$	$4{,}68 \times 10^{-6}$
CuS	$1{,}27 \times 10^{-36}$
HgS	$1{,}55 \times 10^{-52}$
Hg_2Cl_2	$6{,}24 \times 10^{-13}$
$Fe(OH)_3$	$2{,}79 \times 10^{-39}$
$MgCO_3$	$6{,}82 \times 10^{-6}$
$Mg(OH)_2$	$5{,}61 \times 10^{-11}$
MnS	$4{,}65 \times 10^{-14}$
NiS	$1{,}07 \times 10^{-21}$
PbS	$9{,}05 \times 10^{-29}$
$PbSO_4$	$1{,}82 \times 10^{-8}$
$Zn(OH)_2$	$4{,}13 \times 10^{-17}$
ZnS	$2{,}93 \times 10^{-25}$

17 lentelė. ***Indikatorių savybės, 25°C***

Indikatorius	**pH**	**pKa**	**Rūgšti terpė**	**Šarminė terpė**
Metilo violetinis	0,0–1,6	0,8	geltona	mėlyna
Metilo geltonasis	2,9–4,0	3,3	raudona	geltona
Metilo oranžinis	3,1–4,4	4,2	raudona	geltona
Metilo raudonasis	4,2–6,2	5,0	raudona	geltona
Fenolio raudonasis	6,4–8,0	7,4	geltona	raudona
Fenolftaleinas	8,0–9,8	9,7	bespalvis	raudonas

18 lentelė. ***Elektrocheminė metalų įtampos eilė***

← Redukcinių savybių stiprėjimas

Li	Cs	K	Na	Mg	Al	Mn	Zn	Cr
–3,04	–3,01	–2,71	–2,37	–2,37	–1,66	–1,18	–0,76	–0,74
Li^+	Cs^+	K^+	Na^+	Mg^{2+}	Al^{3+}	Mn^{2+}	Zn^{2+}	Cr^{3+}

→ Oksidacinių savybių stiprėjimas

(tęsinys)

← Redukcinių savybių stiprėjimas

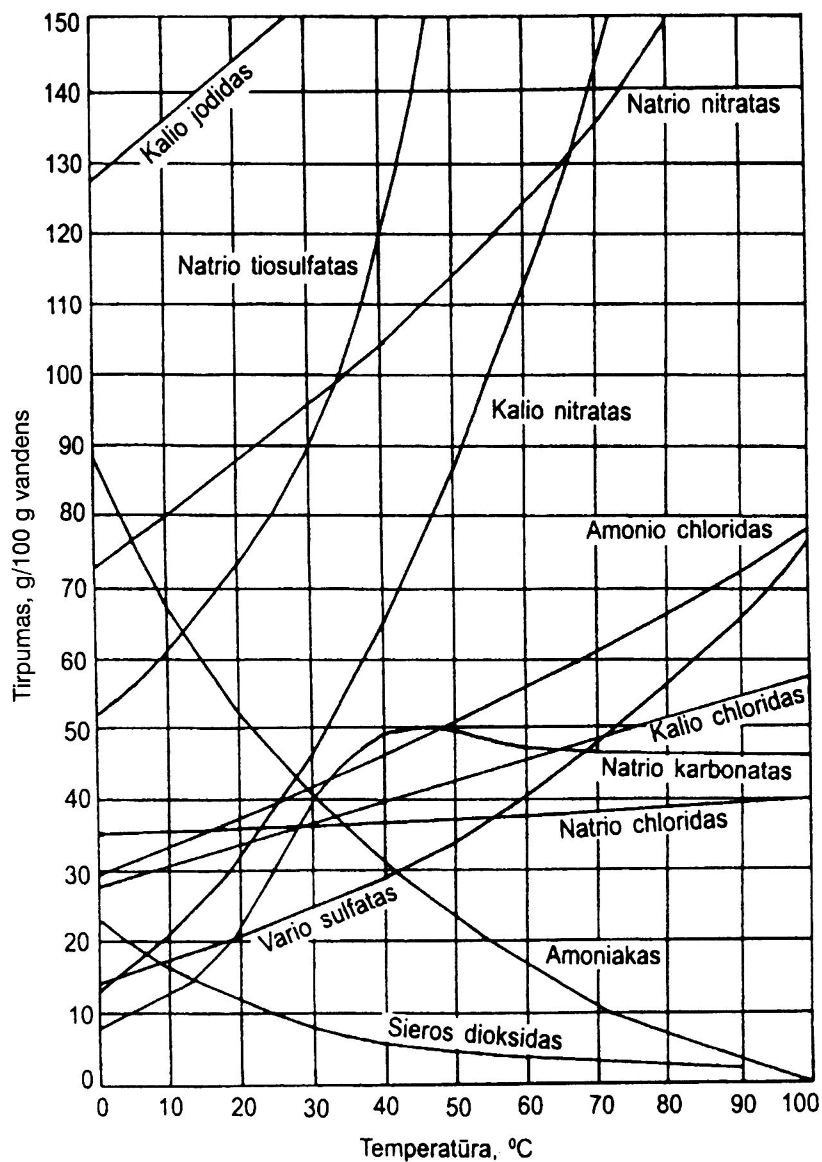
Fe	Ni	Sn	Pb	H_2	Cu	Ag	Hg	Au
–0,44	–0,25	–0,14	–0,13	0	+0,34	+0,8	+0,85	+1,5
Fe^{2+}	Ni^{2+}	Sn^{2+}	Pb^{2+}	$2H^+$	Cu^{2+}	Ag^+	Hg^{2+}	Au^{2+}

→ Oksidacinių savybių stiprėjimas

19 lentelė. ***Kai kurių silpnų elektrolitų vandeninių tirpalų disociacijos konstantos (T = 25°C)***

Elektrolitas	K	pK = –lgK
Amonio hidroksidas NH_4OH	$1{,}8 \cdot 10^{-5}$	4,75
Ortoboro rūgštis H_3BO_4, K_1	$5{,}8 \cdot 10^{-10}$	9,24
Silicio rūgštis H_2SiO_2, K_1	$2{,}2 \cdot 10^{-10}$	9,66
K_2	$1{,}6 \cdot 10^{-12}$	11,80
Skruzdžių rūgštis HCOOH	$1{,}8 \cdot 10^{-4}$	3,74
Sieros rūgštis H_2SO_4, K_2	$1{,}2 \cdot 10^{-2}$	1,92
Sulfitinė rūgštis H_2SO_3, K_1	$1{,}6 \cdot 10^{-2}$	1,80
K_2	$6{,}3 \cdot 10^{-8}$	7,21
Sulfidinė rūgštis H_2S, K_1	$6 \cdot 10^{-8}$	7,22
Anglies rūgštis H_2CO_3, K_1	$4{,}5 \cdot 10^{-7}$	6,35
K_2	$4{,}7 \cdot 10^{-11}$	10,33
Acto rūgštis CH_3COOH	$1{,}8 \cdot 10^{-5}$	4,75
Hipochloritinė rūgštis HClO	$5 \cdot 10^{-8}$	7,30
Ortofosforo rūgštis H_3PO_4, K_1	$7{,}5 \cdot 10^{-3}$	2,12
K_2	$6{,}3 \cdot 10^{-8}$	7,20
K_3	$1{,}3 \cdot 10^{-12}$	11,89
Fluoro rūgštis HF	$6{,}6 \cdot 10^{-4}$	3,18

20 lentelė. ***Medžiagų tirpumas vandenyje***



Literatūra

1. Abkinas G. *Chemijos uždaviniai ir pratimai*. Kaunas, 1984.

2. Braiko V., Gryzlova O. *Chemijos didaktinė medžiaga IX–XI klasei*. Kaunas, 1983.

3. *Chemija. Informacinė medžiaga*. Kaunas, 1989.

4. Daukšas K. *Chemija*. Vilnius, 1986.

5. Kurienė A. *Chemija*. Vilnius, 1999.

6. Lagunavičius J. *Neorganinės chemijos didaktinė medžiaga*. Kaunas, 1972.

7. *Olimpiadinis chemijos uždavinynas*. Kaunas, 1979.

8. *500 chemijos uždavinių*. Kaunas, 1982.

9. Глинка Н. Л. *Задачи и упражнения по общей химии*. Ленинград, 1980.

10. Еригин D. П. и др. *Задачи и примеры по химии с межпредметным содержанием*, 1989.

11. Еригин D. П., Шишкин Е. А. *Методика решения задач по химии*. Москва, 1989.

12. Савицкий С. Н., Твердовский Н. П. *Сборник задач и упражнений по неорганической химии*. Москва, 1981.

13. Фадеев Г. Н. *Химические реакции*. Москва, 1980.

14. Хомченко Г. П., Хомченко И. Г. *Задачи по химии для поступающих в вузы*. Москва, 1987.

Virkutienė, Ona, Virkutytė, Jūratė
Vi 239 Chemijos uždavinių sprendimas. Vilnius: Vaga, [2000]. – 239 p.
ISBN 5-415-01476-4
UDK 54(076)

Ona Virkutienė, Jūratė Virkutytė
Chemijos uždavinių sprendimas

Redaktorė *G. Pruskuvienė*

Meninis redaktorius *L. Spurga*

Korektorė *R. Prapiestienė*

Maketavo *J. Morkūnienė*

Leidykla VAGA, Gedimino pr. 50, 2600 Vilnius

Spausdino AB spaustuvė „Vilspa“, Viršuliškių sk. 80, 2056 Vilnius